

T. GEBER, M. VUICI, T. CONSTANTINESCU,  
N. NISIPEANU, G. POPESCU, C. BĂLEANU

# ECHIPAMENTE PERIFERICE

TRANSFERURI DE DATE

DISCURI MAGNETICE

BENZI MAGNETICE

**1**

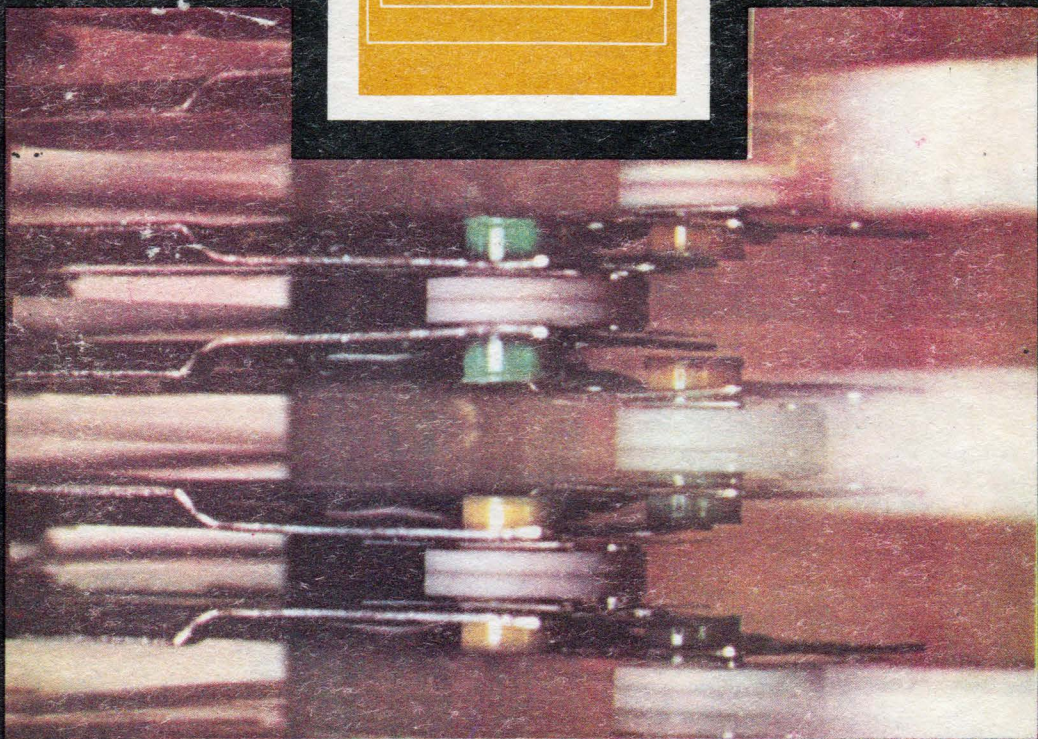
AUTOMATICĂ

ELECTRONICĂ

INFORMATICĂ

MANAGEMENT

SERIA PRACTICĂ









## SERIA PRACTICĂ

- Automatică
- Informatică
- Electronică
- Management

- M. Mayer: **Tiristoare în practică. Mutatoare cu comutație forțată**
- G. Moltgen: **Tiristoare în practică. Mutatoare cu comutație de la rețea**
- L. Zamfirescu și I. Oprescu: **Automatizarea cuptoarelor industriale**
- I. Papadache: **Automatica aplicată, ediția I și a II-a**
- Șt. Alexandru: **Automatizarea proceselor tehnologice în industria lemnului**
- Lisickin V. A.: **Proгноza tehnico-științifică în ramurile industriei**
- G. Raymond: **Tehnica televiziunii în culori**
- J. J. Samuelli, J. Pignaret, A. Sarazin: **Instrumentația electronică în fizica nucleară**
- T. Homoș: **Capacitatea de producție în construcția de mașini**
- S. Radu, D. Filoti: **Centrale telefonice automate**
- R. Stere ș.a.: **Tranzistoare cu efect de cimp**
- D. N. Șapiro: **Proiectarea radioreceptoarelor**
- V. Antonescu, M. Popovici: **Ghid pentru controlul statistic al calității**
- V. Baltac ș.a.: **Calculatorul FELIX C-256. Structură și programare**
- G. Sonea, Silețchi M.: **Creșterea planificată a productivității muncii**
- R. L. Morris: **Proiectarea cu circuite integrate TTL**
- A. Brilliantov: **Calculul și construcția televizoarelor portabile**
- Kaoru Isikawa: **Controlul de calitate pentru maiștri și șefi de echipe**
- Magnus Radke: **222 măsuri pentru reducerea costurilor**
- I. Stăncioiu: **Eficiența economică a asimilării de utilaje noi**
- G. Lajtha: **Proiectarea rețelelor de telecomunicații**
- A. Vătășescu, ș.a.: **Dispozitive semiconductoare. Manual practic**
- Ch. Jones: **Design. Metode și aplicații**
- E. S. Buffa: **Conducerea modernă a producției, vol. I și II**
- D. W. Davies, D. L. Barber: **Rețele de interconectarea calculatoarelor**
- Gh. Băștiurea ș.a.: **Comanda numerică a mașinilor-unelte**
- P. Vezeanu, Șt. Pătrașcu: **Măsurarea temperaturii în tehnică**
- T. Penescu, V. Petrescu: **Măsurarea presiunii în tehnică**
- P. Popescu, P. Mihoșdea: **Măsurarea debitului în tehnică**
- P. Vezeanu: **Măsurarea nivelului în tehnică**
- A. Nadolo: **Măsurarea volumului și calității lichidelor în industrie**
- N. Sprinceană ș.a.: **Automatizări discrete în industrie**
- C. Hidoș, P. Isac (coordonatori): **Studiul muncii, I-VIII**
- C. Hidoș: **Analiza și proiectarea circuitelor informaționale în unități economice**
- P. Constantinescu, V. Negoită: **Sistemele informatice, modele ale conducerii și sistemelor conduse**
- Gh. Pisău, Toma A., Mihăescu I.: **Elaborarea și implementarea sistemelor informatice**
- V. Pescaru ș.a.: **Fișiere, baze și bănci de date**
- I. Ceașu ș.a.: **SDV. Conducerea activității de concepție, fabricație, gestiune**
- D. Patriche: **Marketing industrial**
- C. J. Richards: **Sisteme de afișare și transmitere a datelor**
- B. Twiss: **Inovarea tehnologică**



Ing. TOMA GEBER (coordonare), ing. MIRCEA VUICI,  
ing. TEODOR CONSTANTINESCU, ing. NELU NISIPEANU,  
ing. GRIGORE POPESCU, ing. CRISTIAN BĂLEANU

# **ECHIPAMENTE PERIFERICE**

## **VOLUMUL 1**

**TRANSFERURI DE DATE**

**DISCURI MAGNETICE**

**BENZI MAGNETICE**



**EDITURA TEHNICĂ**  
**BUCUREȘTI - 1981**

Coordonator: ing. **TOMA GEBER**

Autori:

**Volumul 1**

Capitolul 1: ing. **TOMA GEBER**

Capitolul 2: ing. **MIRCEA VUICI** și ing. **TEODOR CONSTANTINESCU**

Capitolul 3: ing. **NELU NISIPEANU** (3.1. la 3.6; 3.8; 3.9; 3.11)  
și ing. **GRIGORE POPESCU** (3.4.2, 3.7; 3.10; 3.12)

**Volumul 2**

Capitolul 4: ing. **MIRCEA VUICI**

Capitolul 5: ing. **TEODOR CONSTANTINESCU**

Capitolul 6: ing. **MIRCEA VUICI**

Capitolul 7: ing. **CRISTIAN BĂLEANU**

Capitolul 8: ing. **CRISTIAN BĂLEANU**

Capitolul 9: ing. **TOMA GEBER**

Prefață: ing. **CORNEL MOLDOVAN**

Control științific: Dr. ing. **ADRIAN NICA**

Redactor: ing. **PAUL ZAMFIRESCU**

Tehnoredactor: **VALERIU MORĂRESCU**

---

Bun de tipar: 19.11.1981. Coli de tipar: 16.

C.Z.: 681.142.62.

---

Tiparul executat sub cda. nr. 349, la Întreprinderea  
Poligrafică „Crișana”, Oradea, str. Moscovei nr. 5.  
Republica Socialistă România





## PREFAȚĂ

Procesul de perfecționare al activității de organizare și conducere în toate domeniile economico-sociale implică tot mai mult informatica.

Tehnica de calcul, sub toate variantele ei constructive ca instrument complex al informaticii, este prezentă tot mai eficient în domeniul gestiunii, al conducerii proceselor tehnologice, al cercetării, proiectării și al învățămîntului. Fiecare dintre aceste patru mari domenii, la rîndul lor cuprind diversificări de aplicații, atît de multe și de complexe încît din punct de vedere al tehnicii de calcul, asistăm la o gamă constructivă și arhitecturală, care deja nu mai poate fi clasificată în mod satisfăcător.

Proiectanții și fabricanții de tehnică de calcul sînt chemați să rezolve toate cerințele utilizatorilor în cele mai eficiente condiții, ținînd cont în același timp de progresul tehnologic al electronicii precum și de necesitatea compatibilității dintre arhitecturile de sisteme mai vechi și cele de viitor.

Economia noastră în ultimii 10 ani a făcut mari eforturi, atît în domeniul producerii tehnicii de calcul cît și în acela al utilizării tehnicii de calcul. Ne putem mîndri azi cu un parc național consistent din familia FELIX, și cu o rețea de oficii și centre de calcul puternică, în care lucrează zeci de mii de informaticieni.

Dotarea țării noastre cu tehnică de calcul, ca urmare a prevederilor cuprinse în documentele de partid, a avut în vedere obiectivul major de asigurare proporțională a tuturor ramurilor economiei naționale; astăzi nu există sector al vieții economico-sociale din țară care să nu fie antrenat și în care să nu se găsească realizări importante în domeniul folosirii eficiente a tehnicii de calcul.

Un rol important în conducerea activității de dotare cu tehnică de calcul, a diferiților utilizatori din economia națională, l-a avut încă din anul 1969 Institutul central de conducere și informatică (I.C.I.).

Pentru utilizatori, pentru SERVICE, pentru proiectanți și producători, apare în perioada 1981—1985 o problemă nouă de rezolvat, legată de parcul național existent în economie, și anume, problema RECONDIȚIONĂRII tehnicii de calcul care se găsește la utilizatori în exploatare de mai mulți ani.

Cu ocazia RECONDIȚIONĂRII, mai ales a perifericelor, se pune problema unor modernizări și a unor adaptări la nivelul tehnologic corespunzător anilor '80. Aceasta implică cunoștințe, organizare și bază materială.

Literatura de specialitate, grație sistemului de edituri, contribuie eficient la satisfacerea necesităților de informare a tuturor structurilor de lucrători în domeniul tehnicii de calcul.

Originalitatea lucrării de față constă în tratarea unitară a echipamentelor periferice, incluzînd tipurile cele mai moderne, pentru fiecare tip de echipament, făcîndu-se separat o prezentare generală a structurii,



caracteristicilor, performanțelor și tipurilor precum și o sinteză și analiză critică a diferitelor soluții constructive specifice.

Astfel, lucrarea poate fi parcursă cu ușurință atât de cititorii interesați în caracteristicile generale ale echipamentelor periferice, cât și de cititorii interesați într-o anumită problemă tehnică specifică unui tip de echipament.

În capitolul I se subliniază problemele cu caracter general legate de locul echipamentelor periferice în cadrul unei configurații de sistem de calcul și modul în care performanțele acestora influențează performanțele generale ale sistemelor de calcul. De asemenea se pune în evidență structura și funcțiile componentelor sistemului de intrare/ieșire precum și modul de realizare logică și fizică a interfețelor. Capitolul se încheie cu o privire de ansamblu asupra fiabilității și mentenabilității la echipamente periferice, ca bază pentru observațiile specifice în cadrul celorlalte capitole.

Capitolele următoare sînt dedicate tipurilor de echipamente așa-zise tradiționale în configurațiile sistemelor de calcul și au o structură similară, conținînd trei părți: o parte de caracterizare generală, definire a performanțelor și prezentarea tipurilor existente, o a doua, în care se prezintă probleme constructive specifice echipamentului punîndu-se în evidență evoluția soluțiilor de rezolvare, limitările și tendințele moderne și o a treia, care conține indicații sintetice de exploatare.

Ultimul capitol al cărții are o structură diferită, avînd în vedere că prezintă unele tipuri de echipamente periferice cu o problematică particulară, în contextul tendinței de apropiere a sistemului de calcul de utilizator (citirea de documente, recunoașterea vorbirii, etc.) pe de o parte și a tendințelor de realizare a memoriilor externe pe de altă parte.

Lucrarea se adresează utilizatorilor echipamentelor de calcul, proiectanților, constructorilor și depanatorilor de echipamente de calcul, precum și viitorilor utilizatori, proiectanți constructori, actuali studenți ai facultăților tehnice și economice, care vor putea găsi în carte un limbaj comun pe baza căruia să poată aborda oricare din problemele prezentate.

Cartea este realizată de către un colectiv larg de la IIRUC și ITC, care și-a propus, pe lângă obiectivul de a expune principiile de funcționare a diverselor echipamente periferice și pe acela de a aprofunda cele mai delicate și interesante probleme tehnice, desprinse dintr-o urmărire de ani de zile a funcționării tipurilor de echipamente prezentate.

Pentru realizarea lucrării autorii au parcurs un volum bogat de documentații, publicații, reviste tehnice și lucrări de specialitate, dintre care multe sînt specificate în părțile de bibliografie ale fiecărui capitol. Prezentarea într-un mod unitar a problematicii diverse ale diferitelor tipuri de echipamente periferice, a necesitat o permanentă colaborare între autorii ce formează colectivul, atât pentru elaborarea fiecărui capitol, cât și pentru asamblarea capitolelor într-o lucrare de sinteză despre echipamentele periferice. Ținînd cont de faptul că IIRUC poate fi considerat un fidel reprezentant al utilizatorilor prin poziția pe care o are în economie, putem afirma că lucrarea de față este un produs al proiectantului și al utilizatorului de tehnică de calcul și că acest produs este rezultatul unei experiențe practice de cel puțin 10 ani, ceea ce ne dă garanția unui succes din punct de vedere al utilității ei.



Merită să subliniem în mod deosebit particularitatea pe care o prezintă periferia în general pentru un sistem de calcul și anume că aceasta pentru a putea fi menținută în stare de funcționare trebuie cunoscută la detaliu atât teoretic cât și practic. Lucrarea autorilor vine, prin conținutul și organizarea ei, în sprijinul specialiștilor pentru a se forma profesional și prin aceasta, în primul rînd, utilizatorii să se bucure de un coeficient de disponibilitate a sistemelor de calcul tot mai ridicat.

Ing. CORNEL MOLDOVAN

Lucrarea a fost redactată și sintetizată după o întreagă perioadă de echipamente periferice, colecția de lucru și a propus să prezinte munca realizată, a celor ce produc echipamente periferice, cum și a specialiștilor specialiști în utilizarea și exploatarea calculatoarelor și sistemele periferice ale acestor echipamente periferice precum și proiectat în domeniul a unei largi categorii de oameni ai muncii, studenți și studenți.

Lucrarea de față nu reprezintă doar o sinteză documentară, prezintă oarecărui cititor și dezvoltarea tendințelor către performanță a sistemelor de calcul, construcție specifică structurii tipurilor de echipamente periferice și modul în care performanțele sistemelor de calcul se reflectă în general și în echipamentele periferice în special în funcționarea performanțelor sistemelor de calcul (cum și ansamblul este o problemă deosebită (configurații).

Capitolul 1 al lucrării clarificând aspectele cu caracter general legate de locul echipamentelor periferice în transferul de date în cadrul sistemelor de calcul precum și principalele noțiuni cu privire la caracteristicile, structura, utilizarea, fiabilitatea și alegerea echipamentelor periferice, necesită terminologia unitară și bazele necesare pentru o bună cunoaștere a acestor echipamente periferice, impune în caracteristicile generale și în caracteristicile externe, astfel din urmă referindu-se la integrarea în configurație (configurații de interfață) precum și la utilizarea de către factorul uman al acestora (caracteristici de suprafață). Capitolul se încheie cu prezentarea din punct de vedere logic și fizic a problemelor legate de interconexiunile de intrare/ieșire.

Capitolele următoare (2-8) prezintă structura, fiind împărțite în trei părți. Partea A din fiecare capitol asigură cunoașterea tuturor caracteristicilor funcționale și constructive (performanțele) tipice clasei de echipamente periferice precum și funcțiilor subansamblurilor în care se pot descompune echipamentele periferice din această clasă (de exemplu: magaziene, echipamente de imprimare etc.). Pe această bază se face clasificarea și prezentarea comparativă a tuturor tipurilor de echipamente periferice din această clasă, susținută de tabelele ce se află în anexă.

Partea B se formează din capitolele prezintă diferitele soluții constructive specifice realizării funcțiilor prezentate în partea A și





## CUVÎNT ÎNAINTE

Urmărind evoluția în ultimii ani a tehnicii de calcul aplicată în mai toate domeniile de activitate (în scopul măririi eficienței și obținerii unor progrese, altfel imposibil de atins) se poate constata că problemele legate de utilizarea calculatoarelor numerice pentru diferite aplicații au dus la diversificarea fără precedent a echipamentelor periferice atât ca tipuri cât și ca performanțe.

Elaborînd o lucrare unitară și sintetică despre întreaga gamă de echipamente periferice, colectivul de autori și-a propus să ușureze munca proiectanților, a celor ce produc echipamente periferice, cum și a numeroșilor specialiști în utilizarea și exploatarea calculatoarelor; să simplifice problema alegerii echipamentelor periferice precum și pregătirea în domeniu a unei largi categorii de oameni ai muncii, cu deosebire a studenților și elevilor.

Lucrarea de față nu reprezintă doar o sinteză documentară, prezentarea este concepută unitar și analizează tendința către performanță a diferitelor soluții constructive specifice structurii tipurilor de echipamente periferice și modul în care performanțele sistemului de intrare-ieșire în general și al echipamentelor periferice în special influențează performanțele sistemului de calcul luat ca ansamblu într-o anumită structură (configurație).

Capitolul 1 al lucrării elucidează aspectele cu caracter general legate de locul echipamentelor periferice în transferul de date în cadrul sistemului de calcul precum și principalele noțiuni cu privire la caracteristicile, structura, utilizarea, fiabilitatea, și alegerea echipamentelor periferice, asigurînd terminologia unitară și bazele necesare parcurgerii celorlalte capitole. Astfel, se introduc noțiunile legate de caracteristicile generale ale echipamentelor periferice, împărțite în caracteristici interne și în caracteristici externe, acestea din urmă referindu-se la integrarea în configurație (caracteristici de interfață) precum și la utilizarea de către factorul uman al acestora (caracteristici de suprafață). Capitolul se încheie cu prezentarea din punct de vedere logic și fizic a problemelor legate de interconexiunile de intrare/ieșire.

Capitolele următoare (2—8) au aceeași structură, fiind împărțite în trei părți. Părțile A din fiecare capitol asigură cunoașterea tuturor caracteristicilor funcționale și constructive (performanțele) tipice clasei de echipamente periferice precum și funcțiunilor subansamblelor în care se pot descompune echipamentele periferice din aceeași clasă (discuri magnetice, echipamente de imprimare etc.). Pe această bază se face clasificarea și prezentarea comparativă a tuturor tipurilor de echipamente periferice din aceeași clasă, susținută de tabelele ce se află în anexă.

Părțile B ce formează fondul capitolelor prezintă diferitele soluții constructive specifice realizării funcțiunilor prezentate în părțile A și



modul în care diferitele soluții asigură criteriul performanță/cost în aprecierea unui echipament periferic. Părțile B asigură documentarea specialiștilor în calculatoare (proiectanți, producători, depanatori), în ceea ce privește echipamentele periferice.

Părțile C tratează problemele în exploatare a clasei de echipamente periferice, aspecte ale fiabilității și criteriul de alegere a tipurilor de echipamente periferice.

Ultimul capitol al cărții (9) are o structură diferită, avînd în vedere că prezintă unele tipuri de echipamente periferice cu o problematică particulară în contextul tendinței de apropiere a calculatorului de utilizator (citirea de documente, recunoașterea vorbirii etc.) pe de o parte și a tendințelor de realizare a memoriilor externe, pe de altă parte. Avînd în vedere specificul multidisciplinar al structurii echipamentelor periferice (automatică, electronică, mecanică fină, calculatoare etc.) elaborarea lucrării cu o asemenea structură a necesitat o permanentă colaborare între toți autorii, fiind dusă la bun sfîrșit numai ca urmare a numeroaselor discuții, căutărilor comune ale celor mai bune soluții de rezolvare a fiecărui capitol în parte, criticilor reciproce, ceea ce, sperăm, o să confere unitate și consistență întregii lucrări.

La elaborarea sub această formă de un real folos ne-au fost îndrumările și aprecierile dr. ing. Adrian Nica, autorul controlului științific, precum și ale redactorului, ing. Paul Zamfirescu, cărora autorii le aduc și pe această cale mulțumirile lor. Se cuvine subliniat și aportul ing. Ion Miu în primele faze ale elaborării cărții.

Autorii aduc mulțumirile lor Editurii tehnice, redacției Automatică, Informatică, Management, Electronică, pentru încrederea, sprijinul acordat precum și pentru întreaga activitate legată de apariția cărții.

Colectivul de autori aduce mulțumirile sale pentru ajutor, înțelegere și îndrumări ing. Cornel Moldovan, directorul Întreprinderii de întreținere și reparare a utilajelor de calcul, care a avut și amabilitatea să prefățeze lucrarea, dr. ing. Vasile Baltac, secretar de stat la MIMUE, dr. ing. Emil Tudor, directorul Centrului de cercetare științifică, inginerie tehnologică și producție industrială pentru tehnica de calcul, precum și ing. Mircea Epure, șeful secției sisteme de calcul din IIRUC, care a fost și principalul inițiator al acestei lucrări.

## Colectivul de autori



# CUPRINS

volumul 1 și volumul 2

## VOLUMUL 1

Prefață . . . . .	5
Cuvînt înainte . . . . .	9
<b>1. Transferurile de date în sistemele de calcul . . . . .</b>	<b>19</b>
1.1. Sisteme de intrare/ieșire . . . . .	20
1.1.1. Locul sistemului de intrare/ieșire . . . . .	20
1.1.2. Structura ierarhizată a sistemului de intrare/ieșire . . . . .	22
1.1.3. Soluții de realizare a transferurilor de date . . . . .	23
1.1.4. Funcțiunile canalelor și ale procesoarelor de intrare/ieșire . . . . .	26
1.1.5. Funcțiunile unităților de legătură . . . . .	27
1.2. Caracteristici generale ale echipamentelor periferice . . . . .	30
1.3. Tendințe în dezvoltarea conceptuală și tehnologică a echipamentelor periferice . . . . .	36
1.4. Cerințe impuse echipamentelor periferice de aplicațiile tipice ale sistemelor de calcul . . . . .	40
1.5. Fiabilitatea și mentenabilitatea echipamentelor periferice . . . . .	44
1.6. Criterii de alegere a echipamentelor periferice . . . . .	53
1.7. Echipamentele periferice din sistemele de calcul fabricate în R.S.R. . . . .	54
1.8. Interconexiuni de intrare/ieșire . . . . .	55
1.8.1. Magistrale de date (bus) . . . . .	55
1.8.2. Realizarea fizică a interfețelor . . . . .	57
1.8.3. Îndrumări pentru realizarea interconexiunilor de intrare/ieșire . . . . .	65
Bibliografie . . . . .	67
<b>2. Unități de discuri magnetice . . . . .</b>	<b>69</b>
A. Caracteristici generale . . . . .	69
2.1. Suportul și organizarea informației . . . . .	71
2.2. Performanțele unităților de discuri . . . . .	75
2.3. Tipuri de unități de discuri . . . . .	78
2.3.1. Unități de discuri magnetice cu pachet amovibil . . . . .	78
2.3.2. Unități de discuri încasate („cartridge“) . . . . .	83
2.3.3. Unități cu pachet „data module“ . . . . .	86
2.3.4. Unități cu discuri fixe . . . . .	87
2.3.5. Unități cu discuri flexibile (floppy) . . . . .	93
B. Soluții constructive specifice . . . . .	100
2.4. Scrierea și citirea pe discuri . . . . .	100
2.4.1. Caracteristici generale ale înregistrării datelor pe suport magnetic . . . . .	100
2.4.2. Capul de scriere-citire . . . . .	110
2.4.3. Lanțul de scriere-citire . . . . .	123

2.5. Poziționarea capetelor de înregistrare . . . . .	131
2.5.1. Performanțe ale servopoziționării aleatorii . . . . .	132
2.5.2. Dispozitivul de acționare. Motorul linear . . . . .	134
2.5.3. Traductoare de poziție și viteză specifice unităților de discuri magnetice . . . . .	144
2.5.4. Scheme de servocomandă . . . . .	150
2.6. Fixarea și antrenarea discurilor . . . . .	164
2.6.1. Ansamblul de antrenare a discurilor . . . . .	164
2.6.2. Traductoare de viteză unghiulară și de index . . . . .	169
2.6.3. Ansamblul periilor de curățire . . . . .	170
2.6.4. Amplasarea discurilor în incintă și circuitul aerului . . . . .	170
C. <i>Exploatarea unităților de discuri</i> . . . . .	173
2.7. Încadrarea unităților de discuri în configurație . . . . .	173
2.8. Caracteristicile suportului în exploatare . . . . .	174
2.9. Fiabilitate și mentenabilitate . . . . .	175
2.10. Tendințe . . . . .	177
<i>Bibliografie</i> . . . . .	181
3. <b>Unități de bandă magnetică</b> . . . . .	184
A. <i>Caracteristici generale</i> . . . . .	184
3.1. Suporturi cu bandă magnetică și structura informației . . . . .	184
3.1.1. Metode de înregistrare pe bandă magnetică . . . . .	185
3.1.2. Role cu bandă magnetică . . . . .	188
3.1.3. Casetă cu bandă magnetică . . . . .	191
3.1.4. Cartușul cu bandă magnetică . . . . .	193
3.2. Performanțele și caracteristicile funcționale ale unităților de bandă magnetică . . . . .	195
3.3. Tipuri de unități de bandă magnetică . . . . .	201
3.3.1. Unități de role cu bandă magnetică . . . . .	201
3.3.2. Unități de casetă cu bandă magnetică . . . . .	204
3.3.3. Unități de cartuș cu bandă magnetică . . . . .	206
B. <i>Soluții constructive specifice</i> . . . . .	208
3.4. Ansamblul de antrenare a cabestanului . . . . .	208
3.4.1. Antrenarea benzii magnetice . . . . .	209
3.4.2. Scheme de comandă . . . . .	210
3.4.3. Probleme constructive . . . . .	212
3.4.4. Particularități privind antrenarea la cartușul cu bandă magnetică . . . . .	213
3.5. Ansamblul de antrenare a rolor . . . . .	214
3.5.1. Dispozitive pentru crearea rezervei tampon . . . . .	217
3.5.2. Motoare pentru acționarea rolor de bandă . . . . .	223
3.5.3. Schemele de comandă folosite în sistemul de reglare . . . . .	223
3.5.4. Particularități ale antrenării rolor la unitățile de casetă cu bandă magnetică . . . . .	227
3.6. Sistemul logic și comenzi speciale . . . . .	228
3.6.1. Funcțiuni și schema bloc . . . . .	228
3.6.2. Rebobinarea . . . . .	230



3.6.3. Încărcarea și descărcarea . . . . .	231
3.6.4. Traductoarele de început și sfârșit de bandă . . . . .	236
3.6.5. Traductoare de protecție fișier . . . . .	236
3.7. Lanțul de scriere-citire . . . . .	237
3.7.1. Partea analogică a lanțului de citire . . . . .	239
3.7.2. Partea digitală a lanțului de citire . . . . .	243
3.7.3. Lanțul de scriere . . . . .	244
3.8. Metode de detectare și corectare a erorilor . . . . .	245
3.8.1. Detectarea și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda NRZI . . . . .	245
3.8.2. Detectarea și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda PE . . . . .	248
3.8.3. Detectarea și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda GCR . . . . .	249
3.8.4. Detectarea și corectarea erorilor la cartușul și caseta magnetică . . . . .	249
C. <i>Exploatarea unităților de bandă magnetică</i> . . . . .	250
3.9. Caracteristici ale suportului de exploatare . . . . .	250
3.10. Fiabilitate și mentenabilitate . . . . .	252
3.11. Probleme de compatibilitate . . . . .	252
3.12. Criterii de alegere. Tendințe . . . . .	253
<i>Bibliografie</i> . . . . .	255

## VOLUMUL 2

4. Echipamente de imprimare . . . . .	7
A. <i>Caracteristici generale</i> . . . . .	7
4.1. Suportul de informație. Formatul imprimării . . . . .	8
4.2. Performanțe și caracteristici . . . . .	9
4.3. Tipuri de imprimante. Domenii de utilizare . . . . .	12
4.3.1. Imprimante (subsisteme de imprimare) pagină de foarte mare viteză . . . . .	12
4.3.2. Imprimante linie cu impact cu caracter selectat . . . . .	18
4.3.3. Imprimante linie matriciale cu impact . . . . .	20
4.3.4. Imprimante linie matriciale fără impact . . . . .	21
4.3.5. Imprimante serie cu caracter selectat . . . . .	22
4.3.6. Imprimante serie matriciale cu impact (cu ace) . . . . .	24
4.3.7. Imprimante serie matriciale fără impact . . . . .	26
B. <i>Soluții constructive specifice</i> . . . . .	27
4.4. Metode de imprimare . . . . .	27
4.4.1. Imprimarea prin impact . . . . .	28
4.4.2. Imprimarea pe hîrtie electrosensibilă . . . . .	41

4.4.3. Imprimarea termică . . . . .	41
4.4.4. Imprimarea electrostatică . . . . .	43
4.4.5. Imprimarea electrofotografică . . . . .	47
4.4.6. Imprimarea cu jet de cerneală . . . . .	51
4.4.7. Imprimarea pe microfilm . . . . .	57
4.4.8. Comparație impact—fără impact . . . . .	58
4.5. Selectarea și generarea caracterelor . . . . .	59
4.5.1. Selectarea caracterelor materializate pe un suport comun . . . . .	59
4.5.2. Generarea matricială a caracterelor . . . . .	71
4.6. Avansul hîrtiei . . . . .	77
4.6.1. Ansamblul de acționare . . . . .	78
4.6.2. Blocuri de antrenare . . . . .	85
4.6.3. Blocuri pentru controlul formatului . . . . .	86
4.6.4. Blocuri pentru alimentare cu hîrtie și pentru preluarea hîrtiei imprimare . . . . .	87
4.7. Antrenarea benzii impregnate . . . . .	87
4.7.1. Antrenarea benzii impregnate late . . . . .	88
4.7.2. Antrenarea benzii impregnate înguste . . . . .	91
4.7.3. Antrenarea panglicii impregnate . . . . .	93
C. Exploatarea echipamentelor de imprimare . . . . .	96
4.8. Criterii de alegere a tipului de imprimantă și integrare în confi- gurație . . . . .	96
4.9. Fiabilitate și mentenabilitate . . . . .	99
4.10. Tendințe . . . . .	100
Bibliografie . . . . .	102
<b>5. Cititoare și perforatoare de cartele . . . . .</b>	<b>105</b>
A. Caracteristici generale . . . . .	105
5.1. Caracteristici ale cititoarelor de cartele . . . . .	106
5.2. Caracteristici ale perforatoarelor de cartele . . . . .	107
B. Soluții constructive specifice . . . . .	108
5.3. Blocul de citire . . . . .	108
5.4. Blocul de perforare . . . . .	110
5.5. Transportul cartelelor . . . . .	112
C. Exploatarea cititoarelor și perforatoarelor de cartele . . . . .	114
5.6. Încadrarea în configurație și caracteristici în exploatare . . . . .	114
Bibliografie . . . . .	115
<b>6. Cititoare și perforatoare de bandă . . . . .</b>	<b>116</b>
A. Caracteristicile generale . . . . .	116
6.1. Caracteristici ale cititoarelor de bandă . . . . .	117
6.2. Caracteristici ale perforatoarelor de bandă . . . . .	119
B. Soluții constructive specifice . . . . .	120
6.3. Blocul de citire . . . . .	120
6.4. Blocul de perforare . . . . .	121
6.5. Avansul benzii perforate . . . . .	121



C. Exploatarea cititoarelor și perforatoarelor de bandă . . . . .	125
6.6. Încadrarea în configurație și caracteristici în exploatare . . . . .	125
Bibliografie . . . . .	126
<b>7. Echipamente periferice de vizualizare (display-uri)</b> . . . . .	127
A. Caracteristici generale ale echipamentelor periferice de vizualizare	127
7.1. Caracteristici și performanțe . . . . .	128
7.1.1. Caracteristici impuse de interacțiunea echipamentului cu operatorul uman . . . . .	128
7.1.2. Caracteristici impuse de interacțiunea echipamentului cu sistemul de calcul . . . . .	130
7.1.3. Caracteristici impuse de necesitățile de prelucrare locală a informațiilor . . . . .	131
7.2. Tipuri de echipamente periferice de vizualizare . . . . .	132
B. Soluții constructive specifice . . . . .	134
7.3. Suportul de afișare . . . . .	134
7.3.1. Tubul cu vid cu explorare periodică . . . . .	134
7.3.2. Tubul cu vid cu memorie . . . . .	138
7.3.3. Panoul cu plasmă . . . . .	139
7.4. Modulul de afișare . . . . .	141
7.5. Unitatea logică de comandă . . . . .	148
7.6. Tastatura . . . . .	154
7.7. Interfața de comunicație . . . . .	157
7.8. Dispozitive interactive auxiliare . . . . .	159
C. Exploatarea echipamentelor periferice de vizualizare . . . . .	162
7.9. Particularități ale utilizării în sistemele de teletransmisie . . . . .	162
7.10. Fiabilitate, mentenabilitate și preț de cost . . . . .	164
7.11. Tendințe . . . . .	164
Bibliografie . . . . .	165
<b>8. Echipamente de trasat (plotere)</b> . . . . .	167
A. Caracteristici generale ale echipamentelor de trasat . . . . .	167
8.1. Caracteristici și performanțe . . . . .	168
8.2. Tipuri de echipamente de trasat . . . . .	169
B. Soluții constructive specifice . . . . .	170
8.3. Modulul de trasare . . . . .	170
8.4. Blocul de control al trasării . . . . .	172
8.5. Unitatea logică de comandă . . . . .	176
8.6. Interfața cu sistemul de calcul . . . . .	177
8.7. Dispozitive auxiliare . . . . .	178

C. Exploatarea echipamentelor de trasat . . . . .	178
8.8. Tendințe . . . . .	178
Bibliografie . . . . .	179
<b>9. Alte tipuri de echipamente periferice . . . . .</b>	<b>180</b>
9.1. Echipamente de citire a informațiilor înscrise pe documente . . . .	181
9.2. Echipamente pentru introducerea imaginilor grafice . . . . .	186
9.3. Echipamente de introducere/redare a mesajelor vorbite . . . . .	188
9.4. Tendințe în realizarea memoriilor auxiliare . . . . .	191
Bibliografie . . . . .	199
ANEXE. Tabele din capitolele 1—8 . . . . .	201
<b>Tabelul 0.1 . . . . .</b>	<b>203</b>
<b>Tabelul 1.1 . . . . .</b>	<b>204</b>
<b>Tabelul 2.1 . . . . .</b>	<b>206</b>
<b>Tabelul 2.2 . . . . .</b>	<b>207</b>
<b>Tabelul 2.3 . . . . .</b>	<b>208</b>
<b>Tabelul 2.4 . . . . .</b>	<b>209</b>
<b>Tabelul 2.5 . . . . .</b>	<b>214</b>
<b>Tabelul 2.6 . . . . .</b>	<b>215</b>
<b>Tabelul 2.7—2.8 . . . . .</b>	<b>216</b>
<b>Tabelul 2.9 . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>Tabelul 2.10 . . . . .</b>	<b>217</b>
<b>Tabelul 3.1 . . . . .</b>	<b>218</b>
<b>Tabelul 3.5 . . . . .</b>	<b>219</b>
<b>Tabelul 3.7 . . . . .</b>	<b>219</b>
<b>Tabelul 3.6 . . . . .</b>	<b>220</b>
<b>Tabelul 3.8—3.9 . . . . .</b>	<b>221</b>
<b>Tabelul 4.1 . . . . .</b>	<b>222</b>
<b>Tabelul 4.2 . . . . .</b>	<b>223</b>
<b>Tabelul 4.3—4.4 . . . . .</b>	<b>232</b>
<b>Tabelul 4.5 . . . . .</b>	<b>233</b>
<b>Tabelul 4.6 . . . . .</b>	<b>234</b>
<b>Tabelul 5.1 . . . . .</b>	<b>236</b>
<b>Tabelul 6.1 . . . . .</b>	<b>237</b>
<b>Tabelul 7.1 . . . . .</b>	<b>240</b>
<b>Tabelul 7.2 . . . . .</b>	<b>242</b>
<b>Tabelul 7.3—7.4 . . . . .</b>	<b>243</b>
<b>Tabelul 7.5 . . . . .</b>	<b>244</b>
<b>Tabelul 8.1 . . . . .</b>	<b>246</b>
PREZENTĂRI ÎN 5 LIMBI . . . . .	252



# CAPITOLELE

## DIN

### VOLUMUL 1

Prefață 5

Cuvînt înainte 9

1. Transferurile de date în sistemele de calcul 19

2. Unități de discuri magnetice 69

3. Unități de bandă magnetică 184





## TRANSFERURILE DE DATE ÎN SISTEMELE DE CALCUL

Denumirea de calculatoare sau sisteme de calcul a fost direct legată în anii apariției lor de principala sarcină pe care o aveau de realizat: calculul.

Pentru a descrie întreaga gamă a posibilităților sale, calculatorului i-ar trebui astăzi un alt nume care să reflecte o nouă relație între el și utilizator: vehicularea și prelucrarea unui volum din ce în ce mai mare de date, ce se exploatează sub diferite forme specifice aplicației utilizatorului.

Calculatorul propriu-zis devine procesorul central localizat într-un dulap anonim al sistemului de calcul, înconjurat de alte multe dulapuri ce conțin unități de memorare, unități logice de comandă și echipamente periferice „ocupate” în principal cu transferurile de informații. Pentru sistemele de calcul moderne existența echipamentelor periferice este o necesitate și o realitate. Existența sistemelor de comandă și control, a unităților centrale de prelucrare și memorare din ce în ce mai rapide și mai modulare (LSI, MSI, microprocesoare) este de asemenea o realitate, după cum este foarte adevărat că diversitatea echipamentelor periferice crește din ce în ce mai mult ca tipuri și ca performanțe. (Totalitatea acestora se pot denumi resurse). Problema este însă legată de *găsirea metodelor de conectare și interconectare a acestor resurse într-o configurație* astfel încât întregul sistem de calcul să fie cât mai eficient și mai performant în realizarea sarcinilor pe care le are, funcție de utilizator și de aplicație. Aceasta înseamnă a *găsi metodele de gestionare optimă a resurselor și pe cât posibil reducerea la minimum a conflictelor*, uneori inevitabile, datorate diferențelor de *viteză de vehiculare a informațiilor* între diferitele elemente ale sistemului de calcul pe de o parte și între sistem și utilizator pe de altă parte, problemă de mare importanță într-o configurație. Din acest punct de vedere, principala tendință în dezvoltarea actuală a tehnicii de calcul o constituie preocuparea pentru *găsirea celor mai bune soluții de realizare și îmbunătățire arhitecturală a sistemelor de intrare/ieșire, și implicit a echipamentelor periferice care ocupă un loc important în realizarea eficientă a schimburilor de informații între utilizator și calculator.*

Lucrarea de față abordează ca problematică și *tendința către performanță a diferitelor soluții constructive specifice tipurilor de echipamente periferice și modul în care performanțele sistemului de intrare/ieșire în general și ale echipamentelor periferice în special, influențează performanțele sistemului de calcul, luat ca ansamblu, într-o anumită structură (configurație).*



## 1.1. Sisteme de intrare/ieșire

### 1.1.1. Locul sistemului de intrare/ieșire

Avînd în vedere cele trei funcțiuni de bază ce caracterizează execuția unei sarcini — transferul datelor, stocarea și prelucrarea lor — se poate trata sistemul de calcul ca o rețea de subsisteme ce poate să îndeplinească următoarele funcțiuni:

1. Să preia un număr practic nelimitat de date și instrucțiuni de la utilizatori și să le transforme în *informații prelucrabile* de către un dispozitiv numeric.

Această funcțiune este îndeplinită de echipamentele periferice (E.P.) de intrare (lector de cartele, lector de bandă de hîrtie, consolă etc.).

2. Să memoreze o cantitate de informații care reprezintă atît datele de intrare, instrucțiuni, cît și rezultatele parțiale sau finale ale prelucrării. Această funcție este îndeplinită în principal de memoria centrală internă cu viteză foarte mare, dar cu capacitate limitată de stocare. Pentru memorarea unor volume foarte mari de date, dar cu viteze de exploatare mai mici, au fost introduse memoriile externe ME (banda magnetică, discul magnetic). Aceste echipamente periferice au fost denumite memorii externe, după criteriul de clasificare din punct de vedere al funcțiunilor în cadrul sistemului de calcul (echipamente de intrare, ieșire, intrare/ieșire și memorii externe). Avînd în vedere arhitectura internă precum și modul în care are loc circulația informației în cadrul sistemului de calcul, echipamentele periferice cu funcție de memorare vor fi tratate ca echipamente periferice de intrare/ieșire.

3. Să realizeze calcule aritmetice și logice asupra operanzilor din memoria centrală și să depună rezultatele în memoria centrală. Această funcțiune este realizată de către blocul funcțional denumit unitatea aritmetică și logică (UAL).

4. Să realizeze decodificarea instrucțiunilor, interpretarea lor și să ia decizii asupra operațiilor și transferurilor ce urmează să fie executate (sistemul de comandă — SCd).

5. Să transforme rezultatele din memorie în *informații exploatabile* de către utilizator și să i le furnizeze. Această funcțiune este îndeplinită de echipamentele periferice de ieșire (echipamente de imprimare, perforatoare de bandă de hîrtie, perforatoare de cartele).

6. Să asiste transferurile de date între diferitele elemente ale sistemului prin sincronizarea transmisiei informației, detectarea și semnalarea erorilor, coordonarea activităților etc. (canale de I/E, unități de comandă, procesoare de I/E).

Subsistemele implicate în transferul global al datelor dintre utilizator și memoria centrală (funcțiile 1, 2, 5 și 6) și anume echipamentele periferice, canalele (selectoare — CS sau multiplexoare — CM), procesoarele de intrare/ieșire (PIE), unitățile de schimburi multiple (USM), unitățile de legătură (UL) sau procesoarele periferice (PP) formează sistemul de intrare/ieșire (SI/E). Echipamentele periferice reprezintă elementele componente de bază ale sistemului de intrare/ieșire, care prin diversitatea tipurilor și a performanțelor lor determină structura și performan-



țele sistemului de intrare/ieșire și implicit a sistemului de calcul în ansamblu.

Proiectarea și asamblarea unui sistem de intrare/ieșire corespunzător pune probleme datorită dificultăților de conectare a unităților de prelucrare de mare viteză cu dispozitivele caracterizate prin operații mecanice

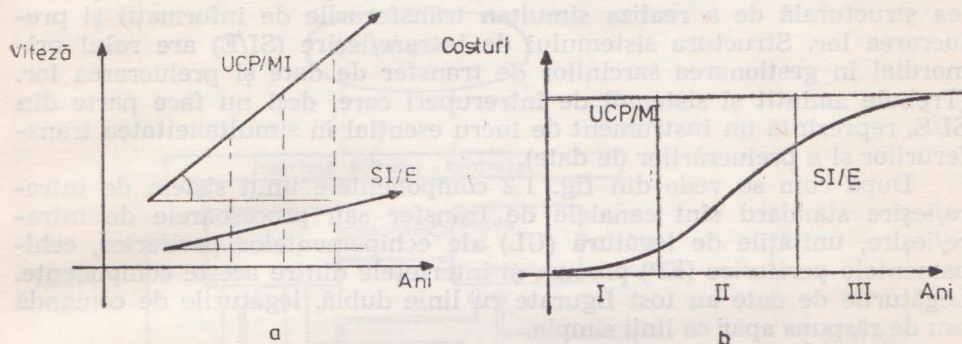


Fig. 1.1. Problematika generală a sistemelor de intrare/ieșire:

a — creșterea vitezelor de prelucrare/transfer de date; b — evoluția costurilor în cadrul unui sistem de calcul a UCP/MI respectiv a SI/E.

fizic limitate la viteze mici — echipamentele periferice. De altfel, *transferurile asincrone și conflictul de viteze de transfer al informațiilor între Unitățile Centrale de Prelucrare (UCP), Memoriile interne (MI), pe de o parte și sistemele de intrare/ieșire pe de altă parte a fost și continuă să*

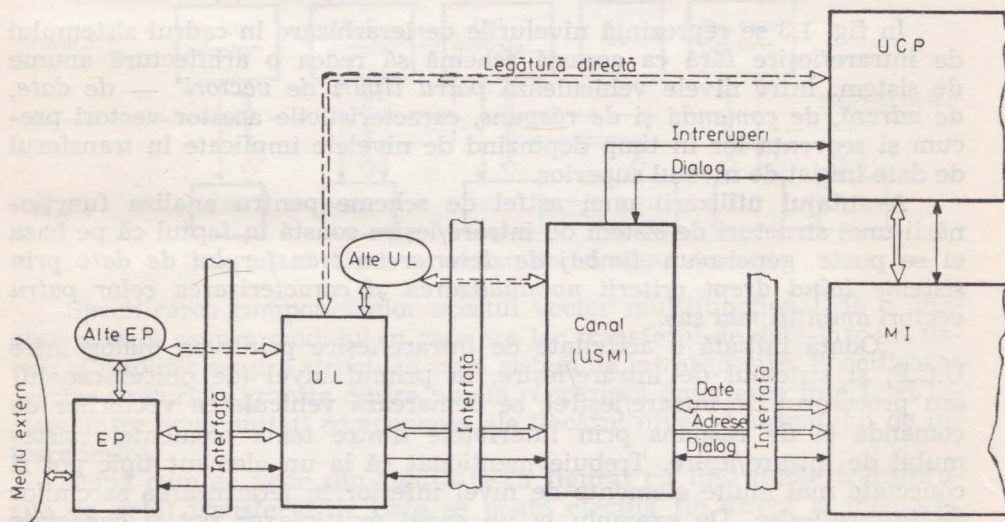


Fig. 1.2. Elementele componente ale unei structuri tipice de SI/E.

fie o problemă dificilă ce se pune la proiectarea unei sistem de calcul, deși s-au făcut mari progrese tehnologice atât în proiectarea și realizarea unităților de prelucrare și memorare cit și în realizarea conceptuală a sistemului de intrare/ieșire și a elementelor sale componente (fig. 1.1, a). În fig. 1.1, b se arată modul cum a evoluat ponderea în cadrul sistemelor



de calcul a SI/E punctându-se trei etape importante: istorică, dezvoltarea modernă și impactul viitorului prin introducerea circuitelor de performanțe foarte ridicate cu prețuri din ce în ce mai reduse (microprocesoarele, alte circuite LSI, MSI etc.).

Ceea ce dă complexitate sistemelor de calcul moderne este capacitatea structurală de a realiza simultan transferurile de informații și prelucrarea lor. Structura sistemului de intrare/ieșire (SI/E) are rolul primordial în gestionarea sarcinilor de transfer de date și prelucrarea lor. Trebuie amintit și sistemul de întreruperi care, deși nu face parte din SI/E, reprezintă un instrument de lucru esențial în simultaneitatea transferurilor și a prelucrărilor de date).

După cum se vede din fig. 1.2 componentele unui sistem de intrare/ieșire standard sînt canalele de transfer sau procesoarele de intrare/ieșire, unitățile de legătură (UL) ale echipamentelor periferice, echipamentele periferice (EP) precum și interfețele dintre aceste componente. Legăturile de date au fost figurate cu linie dublă, legăturile de comandă sau de răspuns apar ca linii simple.

Fiecare din aceste elemente au în structura lor unități de comandă, care au rolul de a asigura vehicularea corespunzătoare a datelor, a semnalelor de comandă, a adreselor și a semnalelor de răspuns necesare executării unei activități de intrare/ieșire.

### 1.1.2. Structura ierarhizată a sistemului de intrare/ieșire

În fig. 1.3 se reprezintă nivelurile de ierarhizare în cadrul sistemului de intrare/ieșire fără ca această schemă să redea o arhitectură anume de sistem. Între nivele vehiculează *patru tipuri de vectori\** — *de date, de adresă, de comandă și de răspuns*, caracteristicile acestor vectori precum și secvența lor în timp depinzînd de nivelele implicate în transferul de date inițiat de nivelul superior.

Avantajul utilizării unei astfel de scheme pentru analiza funcționării unei structuri de sistem de intrare/ieșire constă în faptul că pe baza ei se poate genera un *limbaj de descriere a transferului de date prin sisteme luînd drept criterii nominalizarea și caracterizarea celor patru vectori amintiți mai sus*.

Odată inițiată o activitate de intrare/ieșire printr-un dialog între U.C.P. și sistemul de intrare/ieșire, la primul nivel (de obicei canalul sau procesorul de intrare/ieșire), se demarează vehicularea vectorilor de comandă și de răspuns prin interfețele dintre toate elementele sistemului de intrare/ieșire. Trebuie menționat că la un element tipic pot fi conectate mai multe elemente de nivel inferior în ierarhizarea sarcinilor de intrare/ieșire. De exemplu la un canal multiplexor pot fi conectate mai multe unități de legătură, iar la o unitate de legătură multiplă mai multe echipamente periferice. În aceste cazuri este necesară și vehicularea unui vector de adresă între diferitele nivele. Dacă vehicularea semnalelor de comandă are loc de „sus în jos” prin toate nivelele, semnalele de răspuns se pot vehicula în sens invers pentru realizarea dialo-

\* Vezi mai detaliat în § 1.2.1. b



gului la toate nivelele, dar există și posibilitatea generării acestor semnale de către un anumit nivel și apoi vehicularea înspre nivelul superior. Această ultimă categorie este specifică semnalelor de eroare sau în general semnalelor de stare, care în ultimă instanță vor determina apariția la consola operatorului (în cadrul exploatării reale) a mesajelor corespunzătoare.

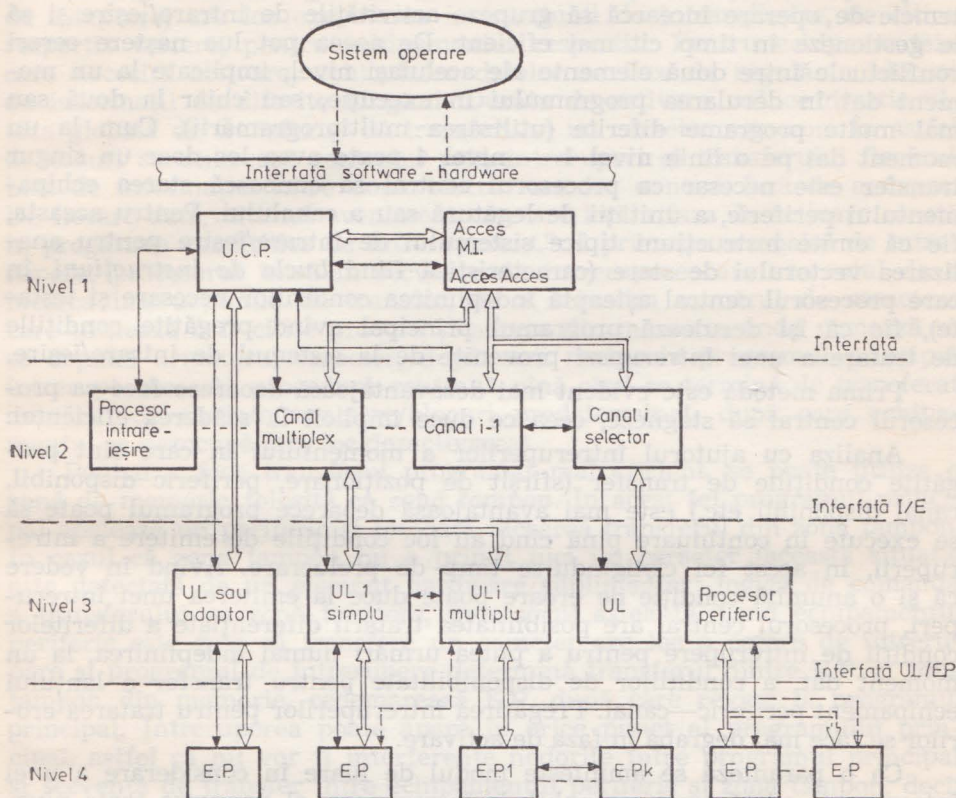


Fig. 1.3. Nivele de ierarhizare în transferul de date.

Specificarea componentelor acestui vector multifuncțional dă o imagine globală asupra modului în care are loc transferul de date într-un sistem și implicit asupra structurii unui sistem de intrare/ieșire. Specificarea acestor vectori la granița dintre nivele reprezintă descrierea interfeței logice dintre două unități componente ale fiecărui nivel al sistemului de intrare/ieșire.

După cum se vede din figură (s-au figurat cu linii duble transferurile de date) transferul de date se poate efectua fie direct la memorie, fie prin intermediul procesorului central, ultima soluție fiind caracteristică legăturii directe utilizată mai ales la minicalculatoare și microcalculatoare.

### 1.1.3. Soluții de realizare a transferurilor de date

Transferul de date va implica unul sau mai mulți din următorii pași:

1) *verificarea stării perifericului* (dacă este disponibil); 2) *cînd devine*



disponibil are loc faza de activare (conectare); 3) transferul propriu-zis al datelor și 4) dezactivarea (deconectarea).

Datorită elementelor componente ale sistemului de intrare/ieșire (multitudinea de echipamente periferice), acesta este lent și inefficient în comparație cu nivelul 1 (procesorul central sau memoria principală). Sistemele de operare încearcă să grupeze activitățile de intrare/ieșire și să le gestioneze în timp cât mai eficient. De aceea pot lua naștere cereri conflictuale între două elemente ale aceluiași nivel, implicate la un moment dat în derularea programului în execuție, sau chiar la două sau mai multe programe diferite (utilizarea multiprogramării). Cum la un moment dat pe o linie nivel 1 — nivel 4 poate avea loc doar un singur transfer este necesar ca procesorul central să cunoască starea echipamentului periferic, a unității de legătură sau a canalului. Pentru aceasta, fie că emite instrucțiuni tipice sistemului de intrare/ieșire pentru analiza vectorului de stare (caracteristică fiind *bucla de instrucțiuni* în care procesorul central așteaptă îndeplinirea condițiilor necesare și testate), fie că își derulează programul principal având pregătite condițiile de tratare a unei *întreruperi* provenite de la sistemul de intrare/ieșire.

Prima metodă este evident mai dezavantajoasă deoarece face ca procesorul central să stagneze, ceea ce duce implicit la scăderea eficienței.

Analiza cu ajutorul întreruperilor a momentului în care sînt pregătite condițiile de transfer (sfîrșit de poziționare, periferic disponibil, canal disponibil etc.) este mai avantajoasă deoarece programul poate să se execute în continuare pînă cînd au loc condițiile de emisie a întreruperii, în acest fel cîștigîndu-se timp de prelucrare. Avînd în vedere că și o anumită condiție de eroare poate duce la emisia unei întreruperi, procesorul central are posibilitatea tratării diferențiate a diferitelor condiții de întrerupere pentru a putea urmări numai îndeplinirea, la un moment dat, a condițiilor de disponibilitate pentru transfer a lanțului echipament periferic—canal. Pregătirea întreruperilor pentru tratarea erorilor se face mai degrabă în faza de activare.

Ca o paranteză se amintește modul de luare în considerare a unei întreruperi: odată emis semnalul de întrerupere, el parcurge toate nivelele în sus și determină o secvență de tratare a întreruperilor în procesorul central. Aceasta constă în oprirea derulării programului principal cu memorarea adresei instrucțiunii în curs, după care are loc executarea primei instrucțiuni din programul de tratare a întreruperii, aflată la o adresă fixă predeterminată și eventual caracteristică unei condiții anume de emisie a întreruperii sau a unui anumit periferic. După ce se termină execuția programului de tratare a întreruperii, în care de regulă se realizează dezactivarea condiției sau activarea unor condiții noi de întrerupere și determinarea unor acțiuni (mesaje, testări, transfer etc.) corespunzătoare întreruperii, se revine la instrucțiunea următoare din programul principal. De menționat că și programul de întrerupere poate fi el însuși întrerupt.

Transferul propriu-zis de date se poate face *programat* pentru echipamentele periferice la care transferul de date și prelucrarea datelor trebuie făcute secvențial, sau *autonom* atunci cînd este posibil paralelismul dintre prelucrarea datelor și vehicularea lor.



*Transferul programat* se caracterizează prin controlul de către procesorul central al fiecărui transfer în parte, prin execuția uneia sau a mai multor instrucțiuni. Pentru echipamentele care nu necesită pasul de activare (de exemplu echipamentele de vizualizare), odată cu disponibilizarea echipamentului (procesorul este în starea corespunzătoare buclei de așteptare) are loc executarea instrucțiunii de intrare/ieșire, de citire respectiv scriere, pentru echipamentul respectiv. Pentru echipamentele care necesită activare, vehicularea datelor se face de regulă în blocuri de informații de diferite lungimi. Durata de activare reduce drastic viteza globală de transfer și dă transferului un caracter asincron. În astfel de cazuri se utilizează controlul prin întreruperi al transferului fiecărui bloc de informație. Între două blocuri are loc o nouă fază de activare. De fiecare dată, ultimul eveniment care are loc în faza de activare constă în pregătirea condițiilor de întrerupere. Când primește semnalul de întrerupere, procesorul intră în secvența de întrerupere care are rolul de a încărca instrucțiunile de transfer, de a actualiza numărul de caractere care urmează a fi citite precum și adresa din memorie unde urmează să se depună următorul caracter, după care revine la programul principal întrerupt. Această procedură continuă pînă cînd se termină de transferat numărul de cuvinte/caractere/blocuri predeterminat, după care echipamentul se dezocupă (are loc dezactivarea).

Pentru a face transferul programat mai eficient, se poate utiliza o zonă de memorie folosită ca *zonă tampon*. În acest fel programul principal apelează un periferic și totodată încearcă transferul din zona tampon. În cazul că zona tampon nu a primit nici un caracter (această situație este detectată de un element hardware suplimentar: logica de comandă a transferului cu zonă tampon), procesorul așteaptă. Când echipamentul periferic este gata să transfere un caracter are loc o cerere de întrerupere și programul de întrerupere determină transferul dintre E.P. și zona tampon din memorie, redemarează E.P. după care revine la programul principal. Întreruperea poate apare în orice punct al programului principal, astfel că nu vor fi interferențe nedorite între programul principal și secvența de transfer între echipamentul periferic și zona tampon, decît în cazul în care zona tampon este goală sau plină. Dezavantajul acestei metode constă în necesitatea unui sistem de comandă cablat sau micro-programat și elemente hardware suficiente pentru a face metoda mai eficientă.

Deși transferul cu zonă tampon este mult mai rapid decît transferul cu buclă de așteptare, trebuie subliniat că vitezele relative dintre procesorul central și sistemul de intrare/ieșire fixează o limită superioară a numărului de echipamente periferice ce pot transfera date simultan. O altă problemă care apare atunci cînd se încearcă transferul simultan al datelor de la două sau mai multe periferice constă în faptul că este posibil ca durata secvenței de întreruperi, ca urmare a unei cereri de întrerupere de la un periferic lent, să determine imposibilitatea rezolvării la timp a unei cereri de întrerupere de la un periferic mai rapid. În acest caz există uneori prevăzute scheme de *prioritate a întreruperilor*.

În cazul discurilor magnetice, transferul efectiv al datelor se face, după perioada de activare, într-un interval de timp comparabil cu durata derulării uneia sau a două instrucțiuni, ori numărul de instrucțiuni



necesare pentru soluția de transfer programat, prezentată mai sus, este mai mare, fapt pentru care această soluție nu este aplicabilă.

O soluție mult mai eficientă și utilizată frecvent mai ales în cazul sistemelor mari universale este *transferul autonom* sau *acces direct la memorie* — ADM („direct memory acces” — DMA).

Pentru realizarea acestei soluții se prevăd circuite suplimentare cu funcții de comandă, vehiculare a datelor, stocare a unor informații necesare transferului (cum ar fi numărul de octeți sau adresa de memorie unde urmează să aibă loc următorul transfer) precum și facilități de calcul asupra informațiilor stocate, permițând astfel orice transfer de date independent de procesorul central. Astfel unitatea logică — canalul, sau procesorul de intrare/ieșire care realizează aceste funcții se caracterizează prin faptul că funcționarea are loc pe baza execuției unor programe proprii de intrare/ieșire sau programe de canal. Când programul principal inițiază un transfer de date, procesorul central trebuie să comunice adresa din memorie, numărul de octeți, sensul de transfer, ce se întâmplă în caz de oprire (număr de octeți de transferat nul) sau în caz de eroare etc. De regulă, deși nu este necesar, există o poartă de acces la memorie separată de accesul procesorului central, avînd registre de adresă, registre de date și sisteme de comandă a dialogului de memorie separate. Ori de cîte ori procesorul central nu are acces la memorie, canalul sau procesorul de intrare/ieșire poate „fura” un ciclu de memorie pentru transferul datelor sale. Acestei soluții de transfer i se mai spune „cu furt de ciclu”. În cazul simultaneității cererilor de acces la memorie, conflictul se rezolvă cu ajutorul unor scheme de prioritate între cele două accese (mai prioritar va fi accesul cu viteze de transfer mai mici — deci al canalului sau al canalelor de intrare/ieșire). În lipsa acestor situații modul de rezolvare a acceselor este „primul venit, primul servit”, bineînțeles cu condiția ca memoria să fie liberă. Și în cazul acestui tip de transfer apare sistemul de tratare a întreruperilor, dar transferul poate avea loc complet pentru toată lungimea caracteristică datelor de transferat.

#### 1.1.4. Funcțiunile canalelor sau ale procesoarelor de intrare/ieșire

Din prezentarea soluției de transfer autonom cu acces direct la memorie (cea mai complexă) se pot desprinde funcțiunile canalului de intrare/ieșire, unității de schimburi multiple (USM), sau ale procesorului de intrare/ieșire, acesta din urmă caracterizînd arhitecturile sistemelor moderne, mari, universale. Un exemplu de astfel de sistem este CDC 6600 la care nu există instrucțiuni de intrare/ieșire caracteristice procesorului central, dar există zece procesoare de intrare/ieșire care își iau instrucțiunile de intrare/ieșire direct din memorie și își gestionează transferurile de date între echipamentele periferice rapide și memoria centrală. Un canal de intrare/ieșire sau procesorul de intrare/ieșire are următoarele funcțiuni de bază:

1. — preia din memoria centrală informațiile necesare inițializării variabilelor procesului (număr de octeți, adresele operanzilor, sensul de vehiculare, diferite condiții de urmărire a transferului etc.);



2 — execută un set simplu de instrucțiuni (instrucțiuni de intrare/ieșire și instrucțiuni de salt) ce caracterizează programul de canal sau programul unității de schimburi multiple;

3 — operează asupra variabilelor procesului (a vectorilor de date și de adresă) pe măsură ce are loc transferul de date;

4 — detectează erorile și poate lua decizii în legătură cu evenimentele ce trebuie să aibă loc, ca urmare a apariției unei erori (de exemplu reluarea transferului);

5 — sincronizează transferul datelor cu funcționarea memoriei centrale și cu procesorul central în sensul optimizării fluxului de date. După soluția adoptată pentru sincronizarea transferului de date acesta se poate realiza, fie continuu (burst), caracteristic canalelor selectoare, fie multiplexate pe octeți, grupe de octeți sau, o soluție mai nouă și mai eficientă, pe înregistrări fizice. Canalul multiplexor sau unitatea de schimburi multiple poate lucra în ambele moduri;

6 — adresează și inițializează unitățile de legătură;

7 — interpretează și tratează cererile de întrerupere;

8 — testează starea unităților de legătură și transmite informații în legătură cu starea acestora procesorului central (adresă nerecunoscută, funcție de transfer imposibilă);

9 — asigură prioritățile între diferitele unități de legătură în cazul canalelor multiplexoare sau a unităților de schimburi multiple.

### 1.1.5. Funcțiunile unităților de legătură

Unitățile de legătură au funcțiunile impuse de *caracteristicile transferului de date dintre echipamentele periferice și canal și anume asincronismul, diferențele de ordine de mărime între vitezele de transmitere a datelor precum și caracterul și forma diferită a datelor.*

Complexitatea structurală a unității de legătură este dată în primul rând de *sensul de vehiculare a datelor: intrare sau ieșire* pe de o parte (un sens) și *intrare/ieșire* pe de altă parte. Un alt factor care determină soluțiile de realizare a unităților de legătură este *numărul de echipamente periferice comandate*, care definește cele două tipuri de *unități de legătură — simplă și multiplă*. Trebuie subliniat că de regulă în cazul unităților de legătură multiple nu pot avea loc transferuri simultane între unitatea de legătură și două echipamente periferice.

Funcțiunile unităților de legătură rezultă din fig. 1.4, care reprezintă o schemă-bloc funcțională generală. Din nou, există posibilitatea ca anumite blocuri din schemă să lipsească sau să fie incluse ca funcțiuni în alte blocuri, aceasta depinzând de *complexitatea echipamentelor periferice cu care se interconectează; de funcțiunile auxiliare pe care echipamentul periferic le are (numărul ordinelor)* și *implicit de caracteristicile sale de interfață*. Unitatea de legătură sau unitatea de comandă (control unit) este specifică unui tip de echipament periferic și asigură *gestionarea în timp, adaptarea, sincronizarea și controlul transferului de date* dintre echipamentul periferic și canalul sau procesorul cu care este conectat. Prin urmare funcțiunile sale cele mai importante sînt:

1. Asamblează/dezasamblează informațiile către și de la interfața cu echipamentul periferic. Această funcție se referă la transformarea date-



lor de la interfața echipamentului periferic (caracterizate prin *lungimea unui pas de transfer, numărul de cifre binare transferate în paralel, codificarea datelor* etc.) în date cu o structură corespunzătoare formatului necesar memorării de către procesorul central, respectiv memoria centrală. Un exemplu este lectorul de cartele la care datele provenite în

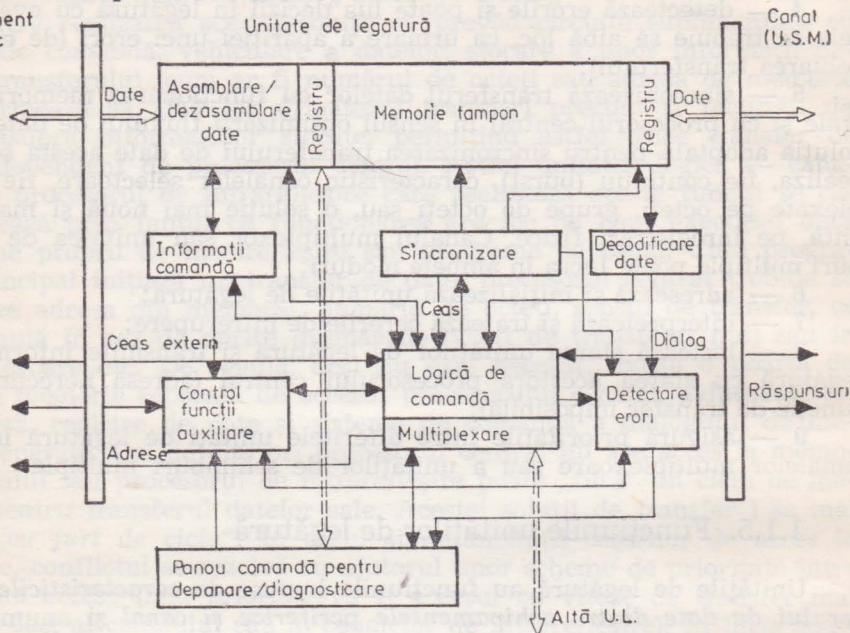


Fig. 1.4. Schema bloc generală a unităților de legătură.

paralel de la cele 12 linii vor fi asamblate în octeți fie prin transformare de cod (citire în EBCDIC) fie prin transformarea configurației de cifre binare (de exemplu două coloane citite în binar pot forma 3 octeți sau o coloană poate forma două caractere). Această funcțiune implică și *serializarea/deserializarea datelor*. De exemplu, în cazul discurilor magnetice, datele sub formă de octeți ce se transferă în paralel prin interfața de intrare/ieșire (între unitatea de legătură și canal) trebuie transformate în date înseriate care vor fi transmise echipamentului periferic pentru a fi înscrise pe disc (pentru celălalt sens are loc deserializarea).

2. Comandă funcțiile auxiliare prin transmiterea ordinelor la echipamentul periferic și urmărirea executării lor (exemple: rebobinaj, salt hîrtie etc.).

3. Comandă, dacă este cazul, și controlează fazele de activare premergătoare transferului de date (comandă demararea motoarelor de antrenare suport, primește semnalele de la ieșirea traductorilor de poziție).

4. Realizează sincronizarea transferului de date de la și înspre echipamentul periferic. Această funcție este foarte importantă ținînd seama de diferitele fenomene interne echipamentului periferic, în care *dependențele dintre funcționarea ansamblului electromecanic, lanțul de scriere-citire și condițiile externe de funcționare* (tensiunea electrică de alimentare, frecvență etc.) pot produce *desincronizări* sau „*alunecări*” în



transferul datelor. S-au generalizat mai multe soluții specifice de sincronizare, fiecare soluție fiind corespunzătoare echipamentelor periferice servite de unitatea de legătură respectivă. Sincronizarea se face de multe ori, mai ales în transmisiile seriale, pe baza *fluxului de informații* care conține, incluse în metoda de codificare, și *cifre binare de sincronizare* (semnale de sincronizare). O altă soluție, adoptată mai ales pentru echipamentele periferice lente este *sincronizarea pe baza unui semnal de sincronizare de la echipamentul periferic care poate fi preluat de pe suportul de informație*, sau care poate fi realizat logic prin controlul, cu ajutorul traductoarelor, a mișcării suportului. În sfârșit, o a treia soluție implică pentru sincronizare un „ceas” intern sau al unității de legătură. Acest „ceas” poate avea o *frecvență fixă*, cum este în cazul trasatoarelor de curbe sau display-urilor sau o *frecvență variabilă*, care caracterizează mai ales unitățile de legătură multiple la care sînt conectate echipamente rapide de tip benzi sau discuri magnetice. Frecvența variabilă este dată, fie de un oscilator comandat de către semnale provenite de la traductori ai ansamblului electromecanic sau de la lanțul de scriere-citire, fie de către un oscilator de frecvență variabilă pilotat de informație (VFO — Variable Frequency Oscillator sau PLO — Phase Locked Oscillator).

5. Decodifică informațiile pentru a cunoaște semnificația lor și a departaja datele ce urmează să fie transmise, de informații cu caracter funcțional, ce determină activități ale unității de legătură. Astfel de informații cu caracter funcțional apar, de exemplu, la banda magnetică ca preambulul sau postambulul unui bloc de date sau, un alt exemplu, caracterele funcționale la transmisia în mod mesaj.

6. Inițiază transferurile de date cu canalul, ori de cîte ori sînt îndeplinite condițiile de transfer. Pentru mărirea debitului canalului (multiplexor) și pentru evitarea conflictelor în servirea cererilor de transfer ale unităților de legătură se acordă *perifericelor lente prioritate ridicată*, iar unităților de legătură multiple ale echipamentelor periferice rapide li se prevede *memoria tampon*, în care caz există posibilitatea mării numărului de octeți transferați către canal la o cerere de transfer. (Există echipamente periferice, cum ar fi imprimanta, pentru care memoria tampon are rol funcțional). Schemele de comandă și control ale memoriei tampon vor furniza în cele mai multe cazuri semnale de inițiere a transferului. În momentul de față a apărut tendința mării capacității memoriei tampon, acest lucru fiind posibil datorită apariției circuitelor integrate care permit o capacitate mare de memorare pe un volum mic și cu preț redus. Soluțiile adoptate pentru realizarea memoriei tampon sînt: 1) *memorie tampon simplă cu sau fără suprapunere*; 2) *memorie tampon în inel* și 3) *memorii tampon multiple*, soluția cea mai modernă și care oferă eficiență crescută în utilizarea simultană a unui număr mare de echipamente periferice rapide, conectate la un canal.

7. Prelucreează informații necesare transferului de date cum ar fi de exemplu calculul adresei de poziționare sau a diferenței de cilindri pe care îi are de parcurs ansamblul de capete de la discurile magnetice și transmite rezultatele prin interfața echipamentului periferic, sub formă de semnale de adresă.

8. Realizează multiplexarea în cazul unităților de legătură multiple.



9. Asigură transferul de date dintre echipamentul periferic și canal. Din acest punct de vedere unitatea de legătură se poate caracteriza prin transparență sau printr-o transmitere interpretativă a datelor, ca urmare a executării altor funcții.

10. Preia vectorul de stare de la echipamentul periferic, îl prelucerează și determină un nou vector de stare pe care îl comunică canalului.

11. Asigură diferite facilități necesare procesului de service, prin schemele de conectare la testeare off-line sau chiar prin includerea în structura lor a unui panou de mentenanță, de comandă și vizualizare, mai ales pentru unități de legătură sau echipamente periferice cu funcții multiple.

12. Realizează detecția sau, după caz, corecția de erori a datelor citite sau formează cifrele *binare redondante de control pentru înscriserea informațiilor*. Pe baza transferului de date detectează de asemenea erorile în modul de îndeplinire a funcțiilor cum ar fi, de exemplu, *eroarea de sincronizare sau de ritm*.

Prezentarea funcțiilor în cadrul sistemului de intrare/ieșire s-a făcut defalcat pe cele două nivele de ierarhizare deși, și trebuie subliniat, că *tendința actuală este ca anumite funcții să translateze între nivele*. Astfel pot apare canale foarte simple, o parte din funcțiile lor fiind preluate de unități de legătură care devin mai complexe din punct de vedere logic și al circuitelor. De asemenea, echipamentele periferice, în tendința lor de a deveni mai „inteligente” preiau o parte din funcțiile unităților de legătură (un exemplu ar fi calculul diferenței de cilindri la discurile magnetice) sau selectarea/generarea caracterului la imprimante.

*Cantitatea de hardware (echipament) necesar realizării sistemului de intrare/ieșire depinde de funcțiunile pe care fiecare componentă a sistemului le îndeplinește sau de caracteristicile sistemului de intrare/ieșire tipice sistemului de calcul din a cărui structură face parte*. Dintre aceste caracteristici cea mai importantă este viteza de lucru. Se poate spune că în cea mai mare măsură viteza sistemului de intrare/ieșire este proporțională cu cantitatea de hardware suplimentar pentru intrări/ieșiri sau reciproc viteza transferurilor de intrare/ieșire scade în raport cu gradul în care hardware-ul procesorului central este divizat între operațiile de intrare/ieșire și operațiile interne.

## 1.2. Caracteristici generale ale echipamentelor periferice

În figura 1.5 este reprezentată o schemă bloc generală a unui echipament periferic, pe baza căruia vor fi puse în evidență principalele caracteristici ale echipamentelor periferice.

Schema bloc este generală, în sensul că arată principalele subansamble logice, electromecanice, de comandă și control existente în componența echipamentelor periferice, indiferent de tipul acestora. Complexitatea fiecărui bloc și bineînțeles caracteristicile aferente vor fi proprii unui anumit echipament periferic singular, unele blocuri putând să nu existe sau să fie incluse ca funcțiuni în alte blocuri.

Caracteristicile principale ale echipamentelor periferice se pot grupa în: a) *caracteristici funcționale și constructive*, care definesc modul de



realizare, funcțiile și structura internă ale unui dispozitiv periferic și b) *caracteristici externe* care definesc relația dintre echipamentul periferic și celelalte componente ale sistemului intrare/ieșire, pe de o parte — *caracteristici de interfață* — și dintre echipamentul periferic și utilizator, pe de altă parte — *caracteristici de suprafață* —. Când se pune problema

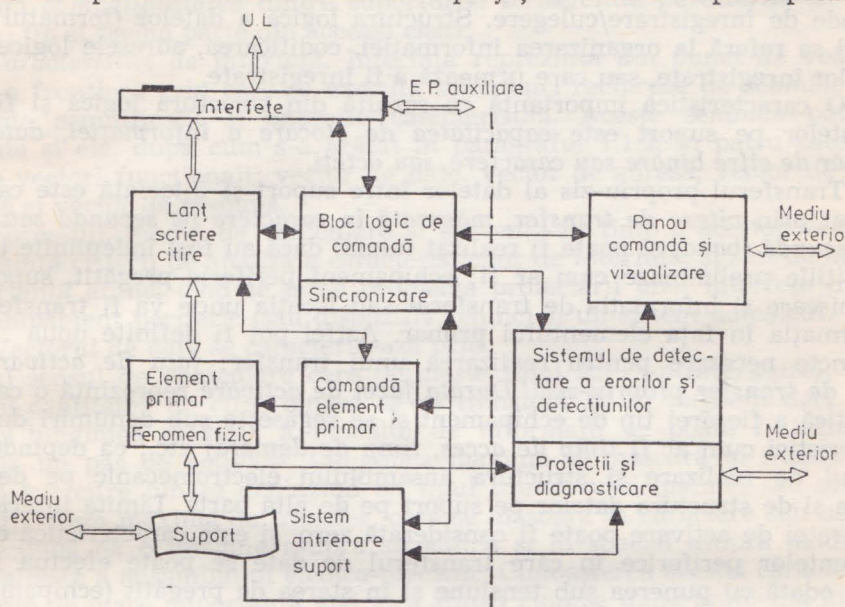


Fig. 1.5. Schema bloc generală a echipamentelor periferice.

abordării funcționării unui echipament periferic între aceste tipuri de caracteristici nu se poate face o distincție netă. Definirea fiecăruia din aceste caracteristici, păstrând criteriul de clasificare de mai sus, este de mare importanță mai ales pentru proiectanții de noi dispozitive periferice sau de interfețe între SI/E și sistemele de calcul; de asemenea oferă criterii de clasificare și alegere pentru diferite echipamente periferice.

### Caracteristici funcționale și constructive

Funcțiunea de bază a echipamentului periferic este transferul de date. O caracteristică legată de transferul de date este sensul transferului, care determină particularitățile structurale ale întregului ansamblu. Suportul de informație asigură materializarea printr-un fenomen fizic a datelor vehiculate prin intermediul lanțului de scriere/citire, astfel tipul suportului, materialul, dimensiunile, durabilitatea, numărul de utilizări etc. devenind implicit caracteristici ale echipamentului periferic.

De asemenea, ca o caracteristică a echipamentului periferic se poate cita și *capacitatea de stocare și vehiculare a suportului propriu-zis* (capacitatea magaziiilor de alimentare și recepție, vitezele motoarelor de antrenare etc.).

*Datele înscrise sau ce urmează a fi înscrise pe suport se caracterizează printr-o structură fizică și o structură logică.* Structura fizică a datelor pe suport se caracterizează în primul rând prin forma de apariție



a datelor (caractere alfanumerice, forme grafice, perforații de diferite tipuri, starea de magnetizare a stratului magnetic etc.) și este în strînsă corelație cu avansul tehnologic pentru realizarea elementului primar de înregistrare/culegere a datelor, (fotocelule, ciocănele, capete magnetice, elemente fotosensibile etc.) corespunzătoare unui fenomen fizic și a unei metode de înregistrare/culegere. Structura logică a datelor (formatul datelor) se referă la organizarea informației, codificarea, adresele logice ale datelor înregistrate, sau care urmează a fi înregistrate.

O caracteristică importantă ce rezultă din structura logică și fizică a datelor pe suport este *capacitatea de stocare a informației, dată în număr de cifre binare sau caractere, sau octeți*.

Transferul propriu-zis al datelor între suport și interfață este caracterizat prin *viteza de transfer, măsurată în caractere pe secundă sau biți pe secundă (baud)* și poate fi realizat numai dacă au fost îndeplinite toate condițiile preliminare cum ar fi: echipament periferic pregătit, suportul în mișcare și informația de transferat sau locația unde va fi transferată informația în fața elementului primar. Astfel pot fi definite două faze distincte necesare pentru realizarea unui transfer: *faza de activare și faza de transfer propriu-zisă*. *Durata fazei de activare* reprezintă o caracteristică a fiecărei tip de echipament și se regăsește sub denumiri de caracteristici cum ar fi *timp de acces, timp de demaraj* etc.; ea depinde de modul de realizare și structura ansamblului electromecanic pe de o parte și de structura datelor pe suport pe de altă parte. Limita inferioară a duratei de activare poate fi considerată zero și este caracteristică echipamentelor periferice în care transferul de date se poate efectua imediat, odată cu punerea sub tensiune și în starea de pregătit (echipamente periferice de vizualizare).

Structura datelor cît și soluțiile adoptate pentru sistemul de antrenare a suportului influențează, de asemenea, în cea mai mare măsură atingerea unor alte cifre caracteristice cum ar fi *densitatea de înregistrare*, care reprezintă totodată și caracteristica funcțională a lanțului de scriere/citire.

Funcționarea lanțului de scriere/citire, a ansamblului de comandă a elementului primar, precum și a sistemului de antrenare a suportului sînt corelate prin *funcțiunea de sincronizare*.

Blocul logic de comandă asigură controlul sincronizării pe baza semnalelor provenite fie de la un oscilator intern, fie de la lanțul de scriere/citire, fie de la ansamblul electromecanic prin intermediul unor traducătoare de viteză (optice, electromagnetice etc.)

Structura echipamentului și tehnologia de realizare a diferitelor sub-ansamble funcționale sînt determinante pentru o altă clasă de caracteristici constructive care indică *puterea absorbită, tensiunea de alimentare, limitări cu privire la mediul ambiant, sau la condițiile de funcționare, gabarit, dimensiuni etc.*

### Caracteristici externe

Specificarea caracteristicilor externe și anume a caracteristicilor de interfață și a tuturor sau cel puțin a unora dintre caracteristicile de suprafață este foarte necesară proiectantului unei interfețe dintre un echipament periferic și unitatea de legătură, canal sau procesor central, după caz. Există posibilitatea ca pentru un tip de E.P. să se poată defini numai



caracteristici de interfață fără ca să existe caracteristici de suprafață. (Un exemplu de astfel de echipamente ar fi unitățile cu discuri fixe.)

Echipamentele periferice cu funcțiune de memorie externă, cum ar fi benzile sau discurile magnetice, au ca specific caracteristici de interfață de intrare și de ieșire, iar pentru caracteristica de suprafață poate fi definită *compatibilitatea* dintre suporturile scrise/citite pe diferite EP de același tip și făcând parte din aceeași clasă.

*Caracteristici de interfață.* Interfața reprezintă din punct de vedere fizic, o frontieră prin care se execută schimburi reciproce de semnale cu anumite semnificații și anumite caracteristici. Aceste semnale pot fi grupate și ele, după cum s-a arătat în paragraful 1.1.2, în patru categorii de vectori funcționali: vector de date, vector de adresă, vector de comandă și vector de răspuns.

Formatul, modul de vehiculare și secvența în timp a acestor vectori reprezintă criterii de analiză a caracteristicilor de interfață, și sînt de mare importanță atunci cînd se pune problema proiectării unei interfețe între un echipament periferic (sau dispozitiv tehnic) și un sistem de calcul.

*Vectorul de date* se caracterizează prin:

- a) sensul de vehiculare care definește tipul E.P. (intrare/ieșire);
- b) cantitatea de cifre binare ce se transferă la un moment dat;
- c) lungimea maximă a blocului de informații ce poate fi transferată la un pas de activare. Lungimea maximă se măsoară în număr de octeți sau cifre binare depinzînd de tipul transferului (paralel sau serie).

d) viteza maximă de transfer, care se măsoară în caractere sau octeți pe secundă dă o imagine asupra structurii și în special asupra modului de realizare a ansamblului electro-mecanic. Cunoașterea acestei caracteristici este de mare importanță mai ales atunci cînd se pune problema interconectării într-o configurație de sistem de calcul a unui nou echipament periferic, putînd fi astfel evitate neconcordanțele dintre tipul echipamentului periferic și modul de organizare a sistemului de intrare/ieșire precum și timpii de stagnare în cadrul transferului global de informații în cadrul sistemului. De asemenea această caracteristică reprezintă un factor important în alegerea soluției pentru transferul de date prin memorarea intermediară a informațiilor (memoria tampon). Aceste caracteristici se referă la transferul datelor digitale. În cazul că un echipament periferic furnizează date analogice este necesară adăugarea convertorului A/N în traseul datelor spre interfață.

*Vectorul de adresă* este necesar pentru a identifica o informație sau o locație a informației de înregistrat pe suport. Se utilizează acest vector mai ales la echipamentele periferice cu funcție de memorare. Caracteristicile acestui vector (în caz că există) sînt determinate în principal de formatul și organizarea datelor pe suportul de informație. Astfel numărul de cifre binare ce se transmit ca adresă va depinde de numărul locațiilor pe suport. Acest vector este caracteristic perioadei de activare în cazul unui ordin de transfer primit și implică două sau trei etape. O etapă este „statică” în sensul că nu există considerații de timp și rolul vectorului este de a selecta elementul sau elementele primare de transfer. O a doua etapă implică mișcarea ansamblului electromecanic care susține elementul primar (capete în cazul discului magnetic), vectorul de adresă avînd rolul de a determina sensul și amplitudinea mișcării. În



sfârșit, o a treia etapă o reprezintă identificarea semnalului de sincronizare caracteristic locației unde este sau va fi înscrisă informația astfel asigurându-se relația dintre lungimea vectorului de date și evoluția cifrelor binare ale vectorului de adresă (denumărare). De menționat că vectorul de adresă este o caracteristică a unui număr limitat de tipuri de echipamente periferice.

*Vectorul de comandă* are rolul de a defini funcția de executat, momentele de tip pentru fiecare eveniment precum și semnificația informațiilor vehiculate pe liniile de date sau de adresă. Prin urmare vectorul de comandă are trei componente distincte ce trebuie relevate când se pune problema caracterizării unui E.P.:

- semnale imperative sau ordine;
- semnale de timp, care uneori sînt implicate în semnalele imperative. În această categorie intră semnalele de sincronizare sau de ceas precum și semnalele de eșantionare a datelor sau adreselor. Funcție de succesiunea în timp a acestor semnale se poate defini funcționarea sincronă sau asincronă a E.P. cu utilizatorul său (U.L.) Semnalele de timp au ca rol principal sincronizarea transmisiei informației.

- semnale definitorii, care determină în primul rînd semnificația informațiilor transmise pe liniile de adresă sau pe liniile de date către echipamentul periferic.

*Vectorul de răspuns* are rolul de a defini modul în care se execută un ordin sau cum se ia în considerare un semnal de comandă de către echipamentul periferic, starea lui la un moment dat, precum și corectitudinea transferului de date sau a funcționării. Componentele acestui vector vor fi după cum urmează:

- semnale de stare (ocupat, operațional, gata de transfer etc.);
- semnale de eroare care cuprind condițiile anormale detectate la nivelul E.P. în timpul executării unei funcțiuni referitoare atît la transferul de date cît și la funcționarea ansamblului electromecanic;

- semnale de răspuns definitorii care au rolul de a specifica natura datelor transmise de către E.P. cît și de a comunica unității utilizatoare luarea în considerație a unui semnal de comandă. În această categorie intră și semnalele de întrerupere emise atunci cînd poate fi transmis un caracter ca urmare a poziționării elementului primar de transfer;

- semnale de timp care, ca și componenta corespunzătoare a vectorului de comandă, reprezintă semnale de sincronizare, de validare și de eșantionare a informațiilor transmise către unitățile de legătură. Aceste semnale pot apare fie ca provenite de la un ceas intern echipamentului periferic fie ca semnale de traducere a poziției suportului sau a elementului primar (cum ar fi de exemplu semnalul „index” de la discurile magnetice).

Trebuie menționat că în general semnalele de comandă și de răspuns realizează prin succesiunea lor în timp un dialog între echipamentul periferic și unitatea utilizatoare, caracteristicile acestui dialog (handshaking) reprezentînd caracteristici de interfață importante a E.P.

Semnalele care au fost prezentate mai sus vehiculează prin cable de interfață între E.P. și U.L. sau între E.P. și echipamente periferice auxiliare. Avînd în vedere importanța atît a succesiunii în timp a acestor semnale (logica de interfață) cît și realizarea fizică a cablelor, o *caracteristică ce trebuie subliniată se referă la respectarea unor standarde de*



interfață și se găsește în literatura de specialitate sub denumirea de *compatibilitate la nivel conector (plug compatibility)*.

*Caracteristicile de suprafață.* Punerea în evidență a acestor caracteristici este de asemenea importantă pentru: 1) proiectarea interfeței dintre E.P. și sistemul de calcul; 2) introducerea unui echipament periferic într-o configurație de sistem de calcul; 3) pentru alegerea unui echipament periferic pentru o anumită aplicație; 4) pentru aprecierea efortului necesar conectării unui dispozitiv tehnic (caracteristic unui proces) la un sistem de calcul.

Criteriile care sînt luate în considerare pentru definirea acestor caracteristici sînt: *mediul de transmitere a datelor, modul de comunicare cu factorul uman, calitatea utilizării echipamentului periferic precum și siguranța în funcționare.*

Din primul punct de vedere echipamentele periferice pot utiliza *mediu de transmitere* sau pot avea *intrare/ieșire directă*. Echipamentele periferice cu mediu de intrare/ieșire au caracteristic structura suportului și materializarea datelor pe suport. Astfel suportul poate permite: 1) transferul secvențial caracter cu caracter, între două caractere citite avînd loc demararea unei mișcări, fie a suportului, fie a elementului primar, cum ar fi în cazul lectorului de bandă de hîrtie și 2) transferul unui grup de caractere prin activarea unei singure mișcări, ca în cazul lectorului de cartele, caracterele putînd fi citite sau înscrise (perforatorul de cartele) numai într-o perioadă de timp bine determinată de mișcarea suportului sau a elementului primar. O altă caracteristică a E.P. cu mediu de intrare și ieșire ar consta în posibilitatea realizării controlului transferului prin dublă citire sau citire după înscriere (perforatorul de cartele în comparație cu imprimanta rapidă) ca metodă de detectare a erorilor. Echipamentele periferice cu intrare/ieșire directă au caracteristic modul de comunicare: pentru intrare tastatură sau semnalele digitale ale diferitelor dispozitive de traducere din cadrul unui proces industrial, pentru ieșire vizualizare cu tuburi de gaz, LED-uri, LCD, tuburi catodice etc. În cel de-al doilea caz vizualizările pot fi de două tipuri: vizualizări de date utilizabile, care sînt reînnoite de fiecare dată cînd are loc un transfer, și semnalizări de condiții anormale caracteristice utilizării în procese reale care, odată apărute, nu pot fi modificate decît prin intervenția operatorului.

Al doilea criteriu menționat se referă la facilitățile pe care le oferă echipamentul periferic factorului uman în realizarea diferitelor funcții, cum ar fi de exemplu *oprire/pornire, montarea suportului, pregătirea unității* etc. precum și în *urmărirea funcționării corecte a echipamentului respectiv*. Un exemplu tipic al acestei clase de caracteristici îl reprezintă banda magnetică cu sau fără încărcare automată a suportului. Modul de vizualizare și numărul de condiții anormale vizualizate este o altă caracteristică de suprafață importantă. Se pot cita aici principalele elemente hardware din schema bloc generală implicate în această clasă de caracteristici: panoul de comandă și vizualizare, protecții și interblocări precum și sistemul de detectare a erorilor și defecțiunilor.

Calitatea utilizării unui echipament periferic cuprinde o gamă întreagă de caracteristici care se referă la *relația dintre echipamentul pe-*



*riferic și simțurile umane.* În această categorie intră caracteristici, cum ar fi: precizia trasării curbelor, acuratețea unei imagini grafice, rezoluția, dimensiunile și forma caracterelor, contrastul culorilor etc. funcție de care structura echipamentului respectiv este mai mult sau mai puțin complexă.

În sfârșit pentru exprimarea siguranței în funcționare se pot alege ca mărimi caracteristice *coeficienții de fiabilitate*: coeficientul de utilizare, timpul mediu de bună funcționare — MTBF (mean time between failures), timpul mediu de reparație — MTTR (mean time to repair), precum și rata de apariție a defectiunilor. Acești coeficienți depind în cea mai mare măsură de structura E.P. și de alegerea elementelor componente, dar tot atât de importante sînt capacitățile de mentenabilitate și diagnosticare.

### 1.3. Tendințe în dezvoltarea conceptuală și tehnologică a echipamentelor periferice

Se pot evidenția din punct de vedere al transferului de informații cîteva direcții principale de dezvoltare a echipamentelor periferice avînd în vedere tendința de apropiere a procesului de prelucrare automată a datelor de utilizator și de sistemul său real:

1. Culegerea datelor și automatizarea culegerii de date a fost subiectul primelor cercetări atunci cînd a apărut necesitatea utilizării calculatoarelor în aplicații ce implicau un volum mare de date distribuite. Astfel, *pornind de la echipamentele tradiționale de culegere a datelor* — perforatoarele de cartele off-line s-a ajuns în etapa actuală la sisteme de culegere automată a datelor de la mai mulți beneficiari simultan, cu facilități de control și validare a transferului de date. Astfel se pot aminti sistemele de introducere a datelor pe disc sau pe bandă (key-to-disc, key-to-tape).

Dispozitivele tehnice care intră în componența unor astfel de sisteme sînt echipamente periferice din punct de vedere al modului de lucru și structurii funcționale. Ansamblul este condus logic printr-o filozofie de sistem de calcul specializat. Aceste echipamente sau sisteme de culegere a datelor nu vor fi abordate ca ansamblu în această lucrare; soluțiile constructive și caracteristicile elementelor componente (tastatură, unitate de disc magnetic, unitate de bandă magnetică etc.) se vor regăsi în capitolele următoare ale cărții.

2. O altă tendință ce se poate pune în evidență reprezintă *înlocuirea în comunicarea om-mașină a suporturilor de informație\* cu mijloace de comunicare naturale specifice simțurilor umane.*

\* Se reamintește aici o clasificare devenită „clasică” pentru suporturile de informație după criteriul durabilității suportului: 1 — distructibile, permit utilizarea unei singure înregistrări de informații; din această categorie fac parte cartelele de hîrtie, banda de hîrtie, hîrtia de imprimantă, 2 — nedistructibile — permit un număr teoretic nelimitat de înregistrări, din această categorie fac parte suporturile magnetice — discul magnetic, banda magnetică, tamburul magnetic; 3 — volatile sau virtuale care caracterizează echipamentele de afișare pe tub catodic, LED, LCD. Pe măsura diversificării echipamentelor periferice se diversifică și suporturile de informație, care însă pot fi încadrate într-unul din cele trei tipuri amintite.



Astfel se caută realizarea echipamentelor periferice de intrare care să recunoască și să primească informații vorbite, scrise pe documente direct în sistemele reale, desenate (scheme, organigrame) etc.

Ca informații de ieșire tendința este de a se lărgi sfera mesajelor înscrise pe diferite suporturi prin realizarea de echipamente periferice performante care furnizează desene, proiecte, mesaje auditive (propoziții vorbite, numere, semnale de alarmă etc.).

S-au făcut mari progrese în cercetarea și realizarea unor astfel de echipamente (cititoare optice de documente, cuploare acustice, cititoare de cerneală magnetică) dar costul lor este foarte ridicat și răspîndirea redusă numai la aplicații speciale. În aprecierea dezvoltării unor astfel de noi echipamente trebuie să se aibă în vedere și schimbările ce urmează să se implementeze în organizarea activităților utilizatorului pentru a se putea vorbi într-adevăr de eficiența introducerii noilor tehnologii.

Un exemplu caracteristic al acestei tendințe îl constituie desigur realizarea și răspîndirea unor echipamente periferice grafice cu posibilități de acceptare sau furnizare de desene, schițe, grafuri, care pot produce o creștere substanțială a capacităților unui calculator de a ajuta înțelegerea umană a fenomenelor complexe.

3. Din punct de vedere arhitectural *calculatoarele universale și-au definit o anumită structură tipică în echipamente periferice, așa zise tipizate, cu funcții bine precizate, indiferent de aplicație sau de furnizorul de echipament* (fig. 1.6).

Prezentarea funcțiunilor, performanțelor, structurii precum și tendințelor în îmbunătățirea performanțelor și dezvoltarea tehnologică a acestor echipamente periferice fac obiectul capitolelor care urmează în această lucrare.

Pe de altă parte introducerea pe scară largă a sistemelor de calcul, minicalculatoarelor, a microprocesoarelor în diferitele domenii de activitate a dus la o *diversificare explozivă a echipamentelor periferice așa-zise orientate pe aplicație (sau dedicate)*. Astfel se pot aminti diferitele tipuri de case de marcat în marile magazine, aparate de pontaj, cititoare de cartele magnetice (conturi de bancă), alte echipamente periferice cu utilizare punctuală distribuită în procesele de producție (numărătoare de piese, filmarea operațiilor etc.).

În această categorie pot fi incluse și diferitele aparate și dispozitive tehnice utilizate în sistemele reale, care devin astăzi din ce în ce mai mult echipamente periferice ale sistemelor de calcul datorită tendinței de a le conecta la sistem pentru a le face mai eficiente din punct de vedere al culegerii și interpretării eficiente a datelor din procesele reale. Exemple diferite se pot da din domeniul aparaturii tehnico-medicale, aparaturii de laborator, sistemele de televiziune etc.; prezentarea structurii unor astfel de aparate ține mai degrabă de lucrări cu caracter tehnic din fiecare din aceste domenii.

4. Utilizarea microprocesoarelor în structurile echipamentelor periferice a permis realizarea de mari progrese în acest domeniu. De altfel „*conferirea de inteligență*” *echipamentelor periferice în general, pornind de la lărgirea gamei de funcțiuni pe care acestea pot să le execute pînă la realizarea de așa zise minisisteme „periferice” distribuite* reprezintă



astăzi o realitate care va permite în viitor realizarea de noi aplicații. Sistemele de calcul „periferice“ ca și terminalele inteligente ale unui calculator central, prin posibilitățile lor de prelucrare primară a datelor, realizează nivele inteligente de transmitere a datelor, eliminând astfel redundanța și realizând un nivel superior de detectare și corectare a ero-

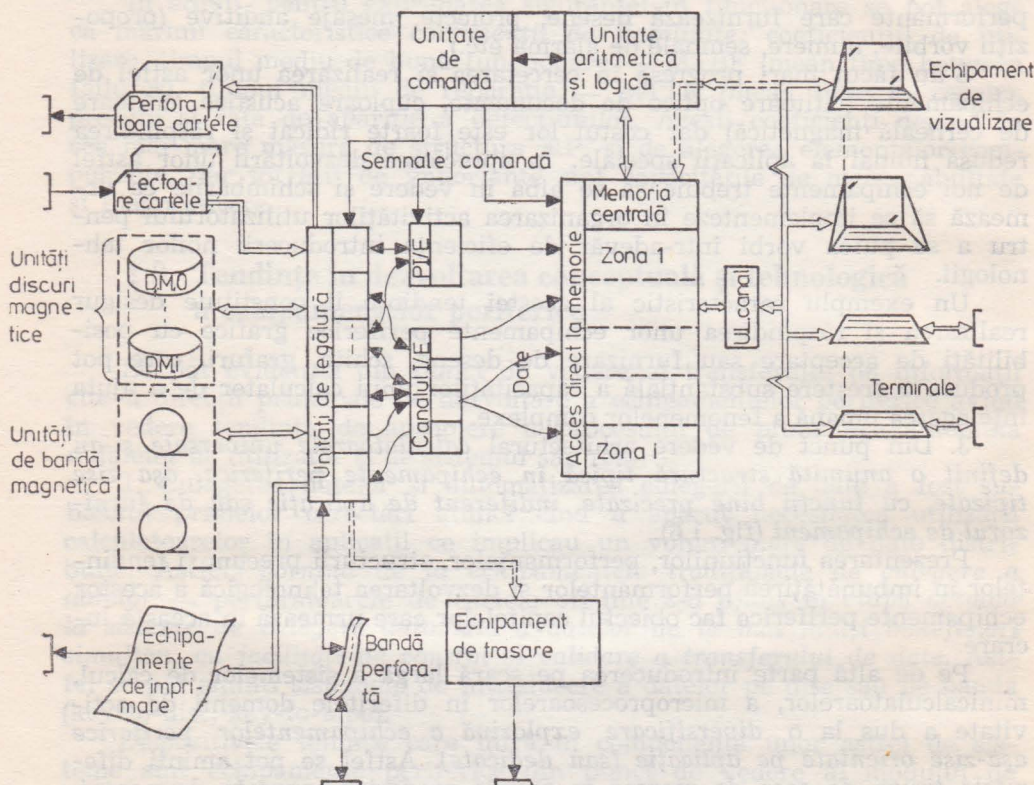


Fig. 1.6. Configurație de sistem de calcul cuprinzând echipamente periferice tipizate.

rilor și de validare a rezultatelor etc. Din punct de vedere al transferului de date aceste sisteme respectă problematica generală a sistemelor de intrare/ieșire și nu vor face obiectul unei abordări separate.

5. O altă tendință în dezvoltarea echipamentelor periferice este aceea legată de *îmbunătățirea performanțelor și a eficienței sistemului de calcul\** (v. mai jos) în ansamblu. S-a realizat o gamă de sisteme de

\* Definirea și evaluarea performanțelor unui sistem de calcul este o sarcină de mare importanță având în vedere extinderea și diversificarea configurațiilor pe de o parte cât și orientarea acestora pe aplicații pe de altă parte. Pentru a se vorbi de aplicarea eficientă a sistemului de calcul, utilizatorul trebuie să pună în concordanță necesitățile procesului său cu performanțele sistemului ales. Eficiența utilizării unui sistem este dată de modul în care acesta execută o sarcină dată (precizie, corectitudine), într-un timp cât mai scurt și cu cheltuieli minime din partea beneficiarului. Se poate preciza în momentul de față modul de lucru și viteza pentru fiecare din resursele sistemului în parte. Este însă mai greu de definit și măsurat eficiența unui sistem global în care acționează toate resursele. Un mod de exprimare a eficienței este raportul dintre timpul efectiv de lucru



calcul universale, pornind de la cele mai mari la minicalculatoare și sisteme de calcul cu microprocesoare precum și sisteme de calcul specializate, pe de o parte, și o gamă variată de echipamente periferice de diferite tipuri, cu performanțe variind de la echipament la echipament în cadrul aceluiași tip, pe de altă parte. Cele două laturi ale dezvoltării echipamentelor periferice — diversificarea și îmbunătățirea performanțelor, dau cele două aspecte ale acestei tendințe și anume *configurarea sistemului cu tipurile de echipamente periferice cele mai corespunzătoare*.

și timpul consumat, neeficiența provenind din timpul de stagnare, muncă neproductivă, lipsa de precizie sau siguranță în rezultatele produse.

Măsura cea mai corectă a performanței unui sistem de calcul luat ca ansamblu componentelor hardware și software care împreună realizează o sarcină, se poate denumi *productivitatea sistemului* și reprezintă numărul de activități (joburi) pe unitatea de timp (*throughput*).

Căsierea și evaluarea unei singure mărimi pentru definirea globală a performanțelor unui astfel de complex cum ar fi sistemul de calcul, are deosebite avantaje pentru:

- compararea a două sisteme de tipuri diferite și cu configurații diferite;
- optimizarea activităților în vederea creșterii eficienței;

— proiectarea unor aplicații cu sisteme de calcul sau aprecierea modificărilor caracteristicilor de exploatare (sistem de operare, adăugarea de noi echipamente în configurație etc.).

Încercările cele mai cunoscute de definire printr-o formulă a „puterii” unui sistem de calcul ca sumă ponderată a caracteristicilor funcționale ale elementelor componente au fost realizate de Gibson și Knight, deși aplicarea unei „formule” este greu de acceptat de către utilizatorii de calculatoare, mai ales atunci când este vorba de evenimente aleatoare.

O apreciere mai riguroasă a productivității s-a putut realiza prin măsurarea ei pentru diferite sisteme dându-se un set de joburi standard, o configurație necesară și un set de date de intrare, și calculându-se timpul de execuție precum și capacitatea de memorare, corectitudinea rezultatelor și capacitatea în resurse.

O altă metodă utilizată mai recent pentru evaluarea performanțelor unui sistem de calcul este modelarea și simularea sistemului de calcul și a activităților concurente pentru realizarea unei sarcini.

Factorii care influențează productivitatea sint componentele de bază ale funcțiilor unui sistem de calcul:

- viteza de execuție a procesorului central;
- viteza de vehiculare a datelor prin sistem.

Vehicularea informațiilor reprezintă factorul limitativ cel mai important în realizarea unei productivități date. Viteza de vehiculare a informației este o funcție de o serie de variabile de diferite mărimi pornind de la durata ciclului de memorie centrală la vitezele de câteva ordine de mărime mai mici ale echipamentelor periferice. Regula de compunere o reprezintă coordonarea corespunzătoare a activităților de I/E. Trebuie subliniată importanța coordonării resurselor în realizarea unei sarcini. Desigur că într-un sistem cu, de exemplu, viteze mari de prelucrare ale procesului central și viteze reduse ale SI/E, sau invers, utilizarea echipamentelor periferice ultrarapide și a unui SI/E neperformant nu va putea fi vorba de eficiență.

Din acest punct de vedere, eficiența transferurilor de date de intrare/ieșire în sistemele de calcul moderne s-a îmbunătățit mult prin introducerea de noi concepte în realizarea sistemelor de operare și a organizării operațiilor de intrare/ieșire cum ar fi conceptul de memorie virtuală sau conceptul de simultaneitate a operațiilor periferice on-line (spooling: simultaneous peripheral operations on line).

În concluzie se poate sublinia că performanțele echipamentelor periferice precum și realizarea și coordonarea legăturilor între ele într-un sistem complex de intrare/ieșire reprezintă două componente de bază ale funcției de performanță a sistemului de calcul în ansamblu.



toare funcțiilor sale precum și alegerea acelor echipamente cu performanțe adecvate eficienței sistemului.

Astfel, dacă pentru funcția de memorie externă, sistemele mari de calcul universale au în configurație un număr de discuri magnetice de capacități mari și timpi de acces cât mai reduși, precum și un număr de unități de bandă magnetică de viteze și densități mari, minicalculatoarele sau sistemele cu microprocesoare utilizează pentru aceleași funcții discurile floppy și discuri sau minidiscuri fixe Winchester, respectiv subsisteme de casete magnetice sau/și unități de bandă magnetică de viteze mai reduse.

Introducerea „pur și simplu” a diferitelor tipuri de echipamente periferice într-o configurație sau dezvoltarea „fără margini” a performanțelor fiecărui echipament periferic în parte, fără corelarea acestora ca componente ale funcției de performanță a sistemului este nefolositoare din punct de vedere al eficienței sale.

#### 1.4. Cerințe impuse echipamentelor periferice de aplicațiile tipice ale sistemelor de calcul

*Utilizarea calculatoarelor pentru calcule științifice*, caracterizată printr-un volum redus de date de intrare/ieșire și putere mare de calcul într-o durată de timp redusă, a fost prima aplicație semnificativă a sistemelor de calcul.

Sistemele de calcul universale de mare capacitate cu configurații tipice pot fi utilizate cu succes pentru rezolvarea calculelor științifice din diferite domenii. Din punct de vedere al sistemului de intrare/ieșire este suficientă configurația de echipamente periferice tipice (fig. 1.6) cu performanțele atribuite în conformitate cu dimensiunile funcționale ale întregului sistem universal. Poate ar fi util de subliniat rolul memoriilor externe — mai ales al discurilor magnetice ca extensie a memoriei principale și ca bibliotecă de programe ce realizează diferiți algoritmi de calcul pentru funcții matematice.

O altă aplicație înrudită ca funcție, dar cu caracteristici diferite este utilizarea sistemelor de calcul pentru *modelare și simulare*.

Caracteristic acestei aplicații este un volum foarte mare de date pregătite de utilizator, date ce reflectă caracteristicile fiecărui bloc simulat precum și legăturile dintre blocuri și implicit necesitatea unei capacități foarte mari de memorie, și din acest punct de vedere necesitatea includerii în configurație a memoriilor externe (discuri magnetice și benzi magnetice) de mare capacitate și cu viteze de transfer foarte ridicate. Exploatarea simulării, se caracterizează printr-un volum mai mic de date de intrare, datele de intrare constând doar din comenzi de modificare a unor parametrii funcționali ai blocurilor simulate. Aceasta implică utilizarea consolelor interactive cu dispozitive de afișare pe tub catodic sau a echipamentelor de ieșire cu capacități de afișare sau imprimare grafică (pentru trasee de zbor, curbe de variație, organigrame, zone seismice etc.) care pot fi echipamente periferice grafice, imprimante electrostatice sau echipamente de trasare (plottere).



Calculatoarele universale de medie și de mare capacitate sînt utilizate și pentru calcule de *gestiune economică* (calcule puține — date multe). Configurația unor astfel de sisteme conține echipamente performante de intrare/ieșire deoarece vehicularea datelor (sortare, căutare, asamblare etc.) este principala lor funcție. Introducerea pe scară largă a aplicațiilor cu baze de date cît și a programelor (și dispozitivelor) de integrare și exploatare a lor au făcut din sistemul de calcul un instrument extrem de eficient pentru *conducerea economică* și luarea de decizii operative în orice domeniu de activitate. Caracteristic configurațiilor utilizate pentru acest gen de aplicații este capacitatea mare de memorare (memorii interne și externe) precum și utilizarea unui număr mare de terminale (console, console de vizualizare, terminale inteligente etc.) atît local, dar mai ales la distanță.

*Transmiterea datelor la distanță — teletransmisia* — a devenit astăzi o necesitate pentru exploatarea eficientă și cu cît mai puține pierderi a sistemelor de calcul. Un sistem de calcul poate dispune de o rețea întreagă de terminale și la rîndul său poate fi înserat într-o rețea de calculatoare interconectate. În ceea ce privește conectarea unui *terminal* la calculatorul principal, aceasta se realizează fie direct (în fig. 1.7 se prezintă un mod tipic de conectare), fie prin intermediul unui echipament de tip multiplexor sau chiar a unui calculator mai mic (procesor frontal) aservit calculatorului principal. Terminalul poate fi privit atît ca o specializare funcțională a sistemelor de calcul, cît și ca o componentă a sistemului. Echipamentele periferice tipizate (discul magnetic, banda magnetică, lector, imprimantă) pot fi conectate local la procesorul frontal, conferind terminalului o structură de sistem. Au fost realizate o serie întreagă de terminale cu claviatură și cu imprimantă lentă; ter-

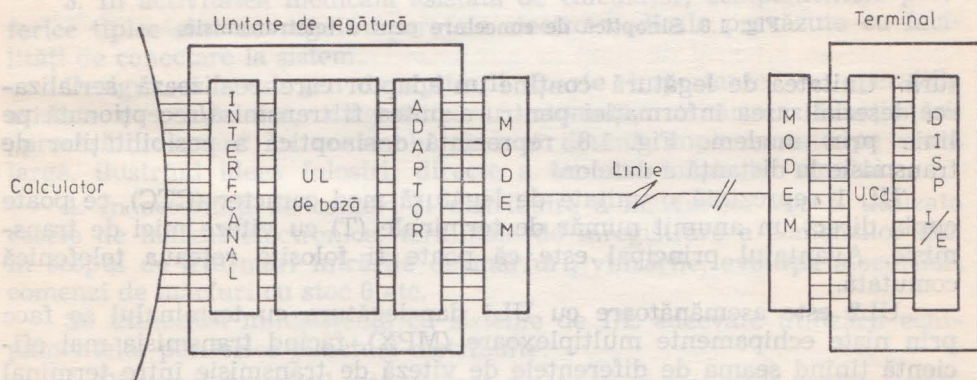


Fig. 1.7. Schemă bloc tipică de teletransmisie.

minale de vizualizare — alfanumerice sau grafice la care se pot asocia alte echipamente periferice orientate (unitate de casetă magnetică, lector de bandă de hîrtie); terminale de imprimare etc. cu anumite caracteristici specifice deosebit de importante din punct de vedere al conexiunii la calculator. Aceste caracteristici sînt: viteza de transmisie (biți pe secundă = bauds), procedura (funcționare mod caracter sau funcționare mod mesaj), posibilitatea conectării multipunct sau bipunct, posi-



bilitatea folosirii liniilor comutate, moduri de transmisie folosite (sincronă sau asincronă, simplex, duplex sau semiduplex).

Conectarea unui terminal la calculator se face prin intermediul unei unități de legătură specializate conform caracteristicilor de mai sus, cuplată cu canalul de intrare/ieșire, la fel ca și celelalte unități de legă-

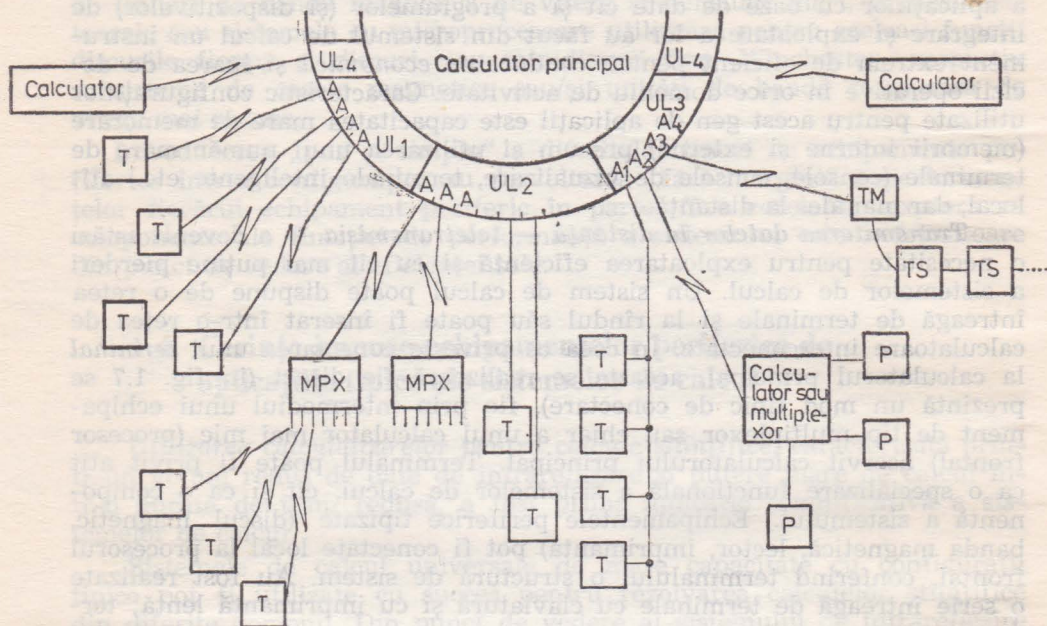


Fig. 1.8. Sinoptică de conectare pentru teletransmisie.

tură. Unitatea de legătură conține un adaptor care realizează serializarea/deserializarea informației pentru a putea fi transmisă/recepționată pe linie prin modem. Fig. 1.8 reprezintă o sinoptică a posibilităților de transmisie la distanță a datelor.

UL 1 reprezintă o unitate de legătură mod caracter (CTC), ce poate cupla direct un anumit număr de terminale (T) cu viteze mici de transmisie. Avantajul principal este că poate fi folosită rețeaua telefonică comutată.

UL2 este asemănătoare cu UL1 dar legătura cu terminalul se face prin niște echipamente multiplexoare (MPX), făcând transmisia mai eficientă ținând seama de diferențele de viteză de transmisie între terminal și multiplexor (viteză mică), pe de o parte, și între multiplexor și UL2 (viteză mare), pe de altă parte. UL3 este o unitate de legătură în mod mesaj; ea se caracterizează prin folosirea unor linii cu viteze ridicate de transmisie. Terminalele uzuale (TM — master și TS — slave) sînt consolele de vizualizare iar transmisia semiduplex sau duplex. Numărul terminalelor conectate la o linie poate fi mărit fie prin conexiuni multi-punct (A1), fie prin conectare locală a unor terminale aservite (TS). La acest tip de unitate de legătură se pot lega și perifericele tipizate (P) prin intermediul unui echipament de multiplexare sau al unui minicalcu-



lator. În acest caz debitul de date este important în ambele sensuri și poate fi justificată legătura duplex.

În sfârșit UL4 este o unitate de legătură intercalatoare.

*Utilizarea sistemelor de calcul în urmărirea și comanda proceselor în timp real* este o nouă și foarte importantă latură a folosirii calculatoarelor.

O caracteristică importantă a echipamentelor periferice implicate trebuie să fie fiabilitatea ridicată, cerută de complexitatea și sarcinile procesului comandat.

O altă caracteristică o reprezintă formatul datelor acceptate, format specific sistemului real și nu neapărat unul prelucrabil pe un dispozitiv digital. De asemenea viteza de reacție a acestor sisteme și implicit a echipamentelor periferice trebuie să fie perfect corelată cu procesul. Exemple de astfel de aplicații ale sistemelor în timp real pot fi date din diferite domenii de activitate:

1. Urmărirea și comanda proceselor industriale în care o sumă de date se culeg de la diferite puncte ale procesului prin traductoare și convertoare analog-numerice conectate la sistemul de intrare/ieșire și în care rezultatele prelucrării reprezintă semnalări de parametri ieșiți din limite, comenzi pentru sistemul de automatizare al procesului etc.

2. Urmărirea activităților productive din întreprinderi și normarea muncii constituie un mijloc modern de conducere și organizare a procesului muncii, de optimizarea consumului de materii prime și materiale, de economisire de energie etc. Această aplicație este caracterizată prin introducerea terminalelor specializate de culegere a datelor la fiecare punct de lucru pentru înregistrarea fazelor de producție și consumul de materiale.

3. În activitatea medicală asistată de calculator, echipamentele periferice tipice sînt de regulă aparatele electro-medicale prevăzute cu facilități de conectare la sistem.

Desigur că acest gen de aplicații foarte importante — operațiile asistate de calculator, diagnosticare automată, urmărirea funcționării „procesului uman” în ansamblu tind să devină implementate pe scară largă, ilustrînd ideea folosirii directe a tehnicii în slujba omului.

4. În activități de comerț și distribuire a mărfurilor vor fi utilizate casele de marcat electronice, terminale de înregistrare a comenzilor etc. în scopul de a urmări intrările de mărfuri, vânzările, evoluția stocurilor, comenzi de mărfuri cu stoc 0 etc.

Se utilizează minisisteme cu sisteme de I/E adecvate utilizării echipamentelor periferice punctual-distribuite.

5. Sistemul de calcul este utilizat din ce în ce mai mult pentru urmărirea transporturilor pe calea ferată, aeronave, transport urban etc. în care echipamentele periferice utilizate sînt dispozitivele caracteristice domeniilor de activitate implicate (traductoare, radar etc.).

6. O altă aplicație oarecum înrudită este turismul și organizarea transportului de călători asistată de calculator.

7. Operațiile bancare asistate de calculator au ca echipamente periferice dedicate cititoare optice de caractere, de marcări sau cititoare de cartele magnetice, pentru introducerea datelor.



8. Utilizarea calculatoarelor în sectoarele publice, învățământ, formare vor cunoaște de asemenea o dezvoltare considerabilă, prin extinderea gamei echipamentelor periferice dedicate.

O altă aplicație ce merită relevată este *proiectarea asistată de calculator*, care devine din ce în ce mai răspândită în diferite domenii (printre care și tehnica de calcul).

Caracteristice acestui gen de aplicații sînt configurațiile reduse cu capacități de memorie externe reduse, viteze nerestrictivate și cu echipamente periferice specializate operațiilor de proiectare automată (masă de digitizat, echipamente de imprimare sau afișare grafică, echipamente foto etc.).

Desigur că această prezentare succintă a cîtorva exemple de utilizare a sistemelor de calcul pentru a pune în evidență rolul mereu crescînd al echipamentelor periferice în diferite configurații este departe de a acoperi toată gama utilizărilor actuale sau viitoare.

### 1.5. Fiabilitatea și mentenabilitatea echipamentelor periferice

**Generalități.** Prin *fiabilitate* se înțelege capacitatea unui dispozitiv tehnic de a realiza corect funcțiile pentru care a fost conceput în anumite condiții de exploatare date și într-un interval de timp dat. Defecțiunea, eveniment contrar evenimentului bună funcționare, are apariție aleatoare și constituie elementul principal de analiză atunci cînd se pune problema studiilor de fiabilitate și mentenabilitate (service-abilitate) a oricărui echipament tehnic. Aparatul matematic ce stă la baza studiilor de fiabilitate este, prin urmare, teoria probabilităților și statistică matematică. Dacă se notează evenimentele complementare: apariția unei defecțiuni cu  $D$  și buna funcționare la un moment dat cu  $\bar{D}$ , probabilitatea de apariție a unei defecțiuni într-un interval de timp se notează cu  $Q(t)$  și  $Q(t) = P(D) = 1 - P(\bar{D}) = 1 - R(t)$ , unde  $R(t)$  este probabilitatea de bună funcționare la momentul  $t$  sau funcția de fiabilitate. Mărimile caracteristice apariției defecțiunilor sînt frecvența relativă a defecțiunilor  $f(t)$  sau funcția de distribuție a timpului dintre două defecțiuni:

$$f(t) = \frac{dQ(t)}{dt} = -\frac{dR(t)}{dt} \text{ și rata defecțiunilor}$$

$$z(t) = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt},$$

care reprezintă numărul de defecțiuni pe unitatea de timp într-un interval de timp cumulat  $(0 \div t)$ . Rata defecțiunilor se notează de regulă cu  $\lambda(t)$ . O altă mărime caracteristică și des utilizată în practica fiabilității este timpul mediu între defectări sau media timpului de bună funcționare (MTBF), care reprezintă speranța matematică a timpului dintre defecțiuni și se notează de regulă cu  $\theta$ , unde

$$\theta = \int_0^{\infty} t f(t) dt = \int_0^{\infty} R(t) dt,$$

formulă bine cunoscută și foarte importantă a statisticii matematice. Se cunosc mai multe legi de distribuție după care variază funcția de proba-



bilitate în timp (legea exponențială, Weibull, gama, normală etc.). Pentru echipamentele electronice și în special pentru sistemele de calcul, legea teoretică care se utilizează cel mai mult este legea exponențială, care se caracterizează printr-o rată de defecțiuni constantă. Dacă se urmărește curba de variație a ratei de defecțiuni cu vârsta echipamentului (fig. 1.9.) se constată că aplicarea acestei legi în studiile de fiabilitate se referă la perioada de exploatare a echipamentului la care apariția defecțiunilor nu are cauze sistematice ci este pur aleatoare. Această perioadă poate fi mai scurtă sau mai lungă funcție de structura echipamentului, iar un factor care influențează pregnant durata acestei perioade, în sensul creșterii ei, îl reprezintă aplicarea acțiunilor corective asupra echipamentului, cum ar fi întreținerea preventivă și mai ales schimbarea în profilaxie a pieselor componente ale echipamentului, ce ajung la zona de uzură normală (îmbătrânire) pe curba proprie a ratei de defecțiuni. Tot din analiza acestei curbe se constată necesitatea perioadelor de funcționare (în fabricație) anterioare dării în exploatare a echipamentului sau sistemului (rodaj), precum și necesitatea recondiționării echipamentului în momentul în care acesta se găsește la vârsta la care rata defecțiunilor începe să crească.

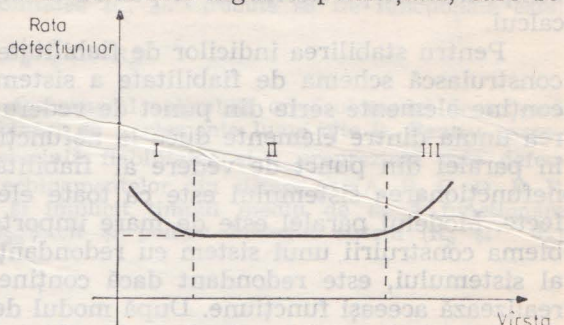


Fig. 1.9. Variația ratei de defecțiuni cu vârsta echipamentului:

I — perioada de tinerețe; II — perioada de exploatare; III — perioada de bătrânețe.

Pentru o rată de defecțiuni constantă, (în studiile de fiabilitate pentru echipamentele periferice se va considera rata de defecțiuni constantă) se pot deduce câteva mărimi caracteristice de fiabilitate pentru echipamentele periferice cât și pentru sistemul de calcul luat în ansamblu. Trebuie subliniată încă din acest moment o caracteristică a echipamentelor periferice, din punct de vedere al fiabilității și anume că ele reprezintă fie dispozitive tehnice de sine stătătoare formate structural dintr-o multitudine de subansamble funcționale, fie elemente componente ale unui tot unitar, configurația sistemului de calcul. Deși diferite, ambele moduri de abordare ale studiilor de fiabilitate sînt importante și trebuie să se țină seama de ele cînd se pune problema configurării unui sistem de calcul.

Revenind la analiza fiabilității pe baza criteriului teoretic rată de defecțiuni constantă,  $z(t)=\lambda$ , funcția de probabilitate rezultă din integrarea ecuației  $\lambda = \frac{f(t)}{R(t)} = -\frac{1}{R(t)} \frac{dR(t)}{dt}$  între 0 și  $\infty$  de unde rezultă  $R(t)=e^{-\lambda t}$  (legea exponențială).

Timpu mediu de bună funcționare va fi prin urmare în acest caz

$$MTBF=\theta=\int_0^{\infty} R(t) dt = \frac{1}{\lambda}$$

și fiabilitatea pentru timp egal cu MTBF va fi  $R(\theta)=0,37$ .



**Scheme de fiabilitate.** Relația de mai sus este de foarte mare importanță pentru calculul de previziune al coeficienților de fiabilitate pentru echipamentele periferice cît și pentru o configurație dată a sistemului de calcul.

Pentru stabilirea indicilor de fiabilitate ale unui sistem trebuie cã se construiascã schema de fiabilitate a sistemului. O schemã de fiabilitate conține elemente serie din punct de vedere al fiabilitãții, la care defectarea unuia dintre elemente duce la nefuncționarea sistemului și elemente în paralel din punct de vedere al fiabilitãții, la care condiția pentru nefuncționarea sistemului este ca toate elementele în paralel sã fie defecte. Modelul paralel este de mare importanță atunci cînd se pune problema construirii unui sistem cu redundanță. Un sistem, sau un element al sistemului, este redondant dacã conține mai multe componente care realizeazã aceeași funcțiune. Dupã modul de aplicare, redundanța poate fi activã dacã elementul redondant funcționeazã odatã cu sistemul și pasivã sau de rezervã dacã elementul redondant intrã în funcțiune numai la defectarea elementului ale cãrei funcții le preia.

Pentru echipamentele periferice schema de fiabilitate, care se construiește în general, ia în considerare numai schema subansamblele funcționale, ce constituie împreună un model serie. Schema de fiabilitate pentru un sistem de calcul este oarecum subiectivã; construirea ei ține seama de multitudinea de factori — beneficiari, aplicație, software etc. și are mai mult un caracter momentan și orientativ. Defectarea unuia sau a unui lanț de componente în serie din punct de vedere al fiabilitãții duce la oprirea totalã a sistemului pe cînd defectarea unuia sau mai multor componente pe ramuri paralele (echipamente redondante) duce la oprirea parțialã a sistemului.

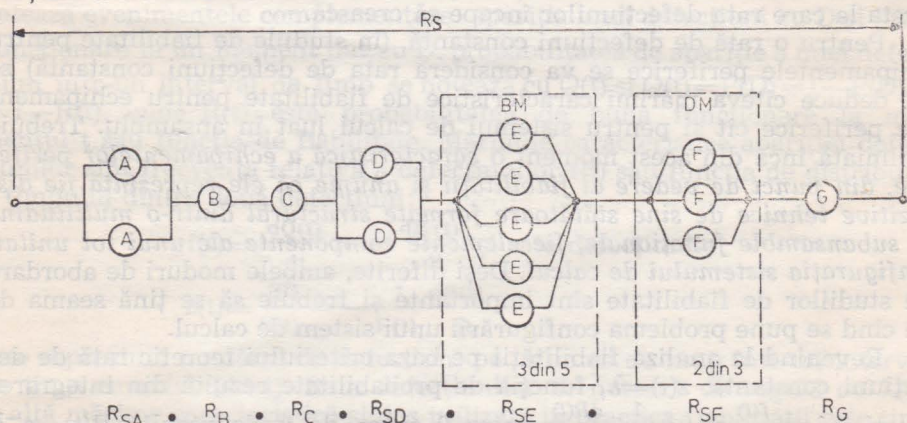


Fig. 1.10. Exemplu de schemă de fiabilitate pentru un sistem de calcul.

În fig. 1.10 se dă un exemplu orientativ al unei scheme de fiabilitate pentru configurația unui sistem de calcul. Se poate constata că beneficiarul posedor al unei configurații de memorie centrală (\$A\$: \$k\$ blocuri), părți centrale (\$B\$), consolă (\$C\$), două imprimante (\$D\$), cinci benzi (\$E\$), trei discuri (\$F\$) și un lector de cartele (\$G\$) are nevoie pentru aplicațiile sale, ca în permanentă stare de funcționare să fie \$k\$ blocuri de memorie; o imprimantă, trei benzi și două discuri; de celelalte elemente care sînt pe ramura serie nu mai sînt necesare alte comentarii. Dacă pentru memorie și imprimante calculele de fiabilitate respectă modelul paralel,



ca noutate apare subsistemul de benzi și subsistemul de discuri magnetice pentru care se prevede o redondanță parțială activă.

Se poate ușor arăta că fiabilitatea  $R$  a unui sistem (sau subsistem) în care din „ $n$ ” elemente identice cu fiabilitatea  $R_c$ , „ $k$ ” trebuie să fie funcționale este:

$$R = \sum_{i=k}^n C_n^i R_c^i (1-R_c)^{n-i}$$

care reprezintă o formulă cu caracter general aplicabilă oricărui model de schemă de fiabilitate ( $C_n^i$  reprezintă combinări de  $n$  elemente luate câte  $i$ ). Pentru exemplul dat (fig. 1.10), dacă  $R_a$  reprezintă fiabilitatea și  $\lambda_a$  reprezintă rata defecțiunilor constantă a unităților și echipamentelor din sistem ( $a=A, B, C, D, E, F, G$ ), se poate calcula fiabilitatea și implicit timpul mediu de bună funcționare pentru fiecare subsistem ( $R_{sa}, \theta_{sa}$ ) cât și pentru întregul sistem ( $R_s$  și  $\theta_s$ ). Astfel

$$R_{SA} = 2R_A - R_A^2 \text{ și } \theta_{SA} = \frac{3}{2\lambda_A}$$

$$R_{SD} = 2R_D - R_D^2 \text{ și } \theta_{SD} = \frac{3}{2\lambda_D}$$

$$R_{SE} = 10 R_E^3 - 15 R_E^4 + 6 R_E^5 \text{ și } \theta_{SE} = \frac{47}{60\lambda_E}$$

$$R_{SF} = 3R_F^2 - 2R_F^3 \text{ și } \theta_{SF} = \frac{5}{6\lambda_F}$$

Fiabilitatea sistemului va fi  $R_s = R_{SA} \cdot R_B \cdot R_C \cdot R_{SD} \cdot R_{SE} \cdot R_{SF} \cdot R_G$  și, dacă și numai dacă, pentru o perioadă de timp se consideră că ratele de defecțiuni ale elementelor și subsistemelor ce formează pentru sistem un model serie sînt constante (din punct de vedere practic poate fi luată în considerare această ipoteză), se poate scrie că

$$\theta_s \approx \frac{1}{\lambda_s} = \frac{1}{\frac{2}{3}\lambda_A + \lambda_B + \lambda_C + \frac{2}{3}\lambda_D + \frac{60}{47}\lambda_E + \lambda_F}$$

Crearea unei scheme de fiabilitate corespunzătoare unor aplicații date, pentru un sistem de calcul aduce avantaje practice pentru prevederea indicilor de fiabilitate la configurarea cu echipamente periferice a unui sistem de calcul. Prin introducerea în configurație a echipamentelor periferice cu fiabilitate corespunzătoare aplicației (aspectul calitativ) sau prin asigurarea unei redondanțe active în echipamente periferice de un anumit tip (aspectul cantitativ), se asigură unul din factorii de creștere a eficienței utilizării sistemului de calcul în ansamblu.

**Probleme specifice ale fiabilității și mentenabilității echipamentelor periferice.** Deși considerată o disciplină relativ nouă, fiabilitatea s-a impus ca o necesitate în etapa actuală, atrăgînd după sine numeroase probleme noi ce stau în fața proiectării, producției și exploatării echipamentelor periferice și a sistemelor de calcul. Argumente sînt multiple, dar preponderent este argumentul eficienței economice. În calculele de eficiență trebuie luate în considerare, în egală măsură, prețul de vînzare cît și cheltuielile totale necesare menținerii echipamentului în permanentă stare de funcționare, conform specificațiilor, pe toată durata de utilizare. Acest al doilea aspect important ce caracterizează echipamentele tehnice din momentul instalării la beneficiar pe toată durata de viață, se numește mentenabilitatea echipamentului periferic și cuprinde activitățile de întreținere preventivă, depanare, schimbarea pieselor în profilaxie, urmărirea comportării echipamentului, îmbunătățiri și modificări etc. Cheltuielile



totale implicate pentru aceste activități ca și pentru aparatură, testare, scule, piese de schimb, pregătirea personalului, sînt importante și depind în mare măsură de fiabilitatea echipamentului periferic.

În fig. 1.11 este reprezentată o diagramă estimativă a costurilor, funcție de rata defecțiunilor unui echipament tehnic.

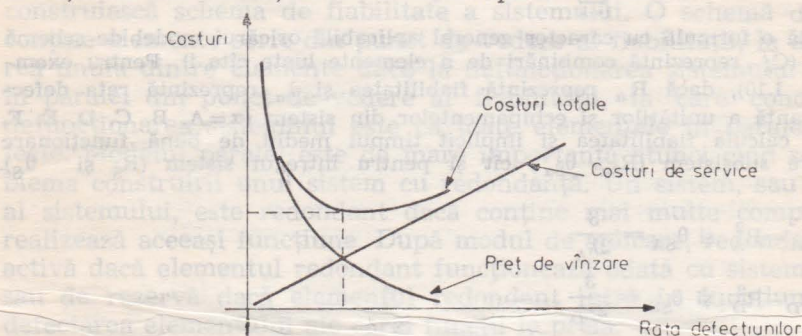


Fig. 1.11. Diagramă estimativă costuri funcție de rata defecțiunilor.

**Previziuni de fiabilitate.** Una din cifrele de performanță ale echipamentelor periferice, ce se dă odată cu specificațiile generale de produs, se referă la media timpului de bună funcționare (MTBF). Ea se calculează apriori de către proiectant și se verifică statistic pe baza datelor de fiabilitate culese în exploatarea curentă. După cum s-a văzut, o metodă de previziune o constituie metoda ratei defecțiunilor care are ca bază un nomenclator de fiabilitate al elementelor componente cu rol funcțional precum și a anumitor elemente cu caracter particular (suduri, contacte etc.) ce se consideră serie în schema de fiabilitate. Ratele de defecțiuni cele mai probabile ce caracterizează componentele din nomenclator pentru diferite condiții de exploatare se găsesc în documente specializate (cum ar fi normale „MIL HDBK 217A; „Requiel de donnees de fiabilité“ al centrului de fiabilitate CNET, sau fișe cu date de fiabilitate culese pe baze statistice ale diferitelor întreprinderi) sau se calculează la rîndul lor pe baza ratelor de defecțiuni ale elementelor componente la un nivel de complexitate inferior.

**Exemplu.** Banda magnetică T9×40 Pertec are un MTBF, calculat pe baza ratei defecțiunilor următoarelor subansambluri\*: bloc alimentare ( $\lambda_1=17,714 \cdot 10^{-6}$ ), placa control K ( $\lambda_2=52,625 \cdot 10^{-6}$ ), placa date ( $\lambda_3=39,580 \cdot 10^{-6}$ ), cap de scriere/citire, ( $\lambda_4=4 \cdot 10^{-6}$ ) ansamblu motor cabestan ( $\lambda_5=0,615 \cdot 10^{-6}$ ), două ansambluri de motor de rolă ( $\lambda_6=1,230 \cdot 10^{-6}$ ), lanțul de scriere ( $\lambda_7=0,150 \cdot 10^{-6}$ ), lanțul de citire ( $\lambda_8=0,069 \cdot 10^{-6}$ ), ansamblul amplificatorilor EOT/BOT ( $\lambda_9=5,136 \cdot 10^{-6}$ ), ansamblul întrerupătoarelor de vacuum ( $\lambda_{10}=14,095 \cdot 10^{-6}$ ), ansamblul tahometrelor ( $\lambda_{11}=1,230 \cdot 10^{-6}$ ). Astfel

$$\text{MTBF} = \frac{1}{\sum_{i=1}^{11} \lambda_i} = \frac{10^6}{136,442} = 7.329,12 \text{ ore}$$

(rata defecțiunilor este de  $\lambda=136,442$  defecțiuni la  $10^6$  ore).

\* Datele sînt estimative și sînt preluate din documentația de fiabilitate generală a firmei.



*Previziuni de mentenabilitate.* Odată elaborat un echipament, este necesar ca pe lângă performanțele și caracteristicile funcționale să i se specifice și indicatorii de mentenabilitate. De asemenea este foarte important ca proiectantul (sau furnizorul de echipament), să prevadă documentația și facilitățile pentru întreținerea echipamentului, să recomande aparatura și sculele necesare pentru întreținere și depanare, graficul de întreținere preventivă precum și o listă de piese cu probabilitatea cea mai mare de defectare etc. Aceste previziuni referitoare la întreținerea și repararea echipamentelor se fac pe baza datelor culese din urmărirea funcționării, defecțiunilor și acțiunilor corective ale unui număr mare de echipamente similare aflate în exploatare cît și pe baza experienței celor care se ocupă de menținerea în funcționare a echipamentelor periferice și a sistemelor de calcul („oamenii de service“). (Este utilă deci consultarea specialiștilor în fiabilitate și mentenabilitate în diferitele faze ale elaborării unui nou produs sau atunci cînd se pune problema achiziționării unui nou echipament).

Un indicator de mentenabilitate ce se precalculează pentru fiecare echipament, pe baza datelor culese, este timpul mediu de reparare sau MTTR (mean-time-to-repair). Valoarea MTTR se obține făcînd media timpilor necesari pentru localizarea defecțiunilor, demontări/montări, înlocuiri și verificări pentru fiecare din subansamblele din structura echipamentului și luînd în considerare exploatarea corectă, existența personalului calificat, a pieselor de schimb, a aparaturii și sculelor corespunzătoare (cazul ideal). Un astfel de calcul, de exemplu, a determinat valoarea lui MTTR pentru banda magnetică PERTEC T9×40 de 1,026 ore. Cu ajutorul indicatorilor de fiabilitate (MTBF) și mentenabilitate (MTTR) obținuți pe baza previziunilor, se poate calcula și prevedea o altă mărime caracteristică și anume coeficientul de utilizare al echipamentului,

$$K = \frac{T_T - T_0}{T_T} \times 100 \text{ unde } T_T \text{ este timpul total de punere sub tensiune într-o perioadă de timp și } T_0 \text{ timpul de oprire datorită defecțiunilor.}$$

**Exemplu.** Pentru o perioadă de punere sub tensiune de 2 000 de ore, banda magnetică PERTEC T9×40 cu MTBF=7·329,12 ore va avea 0,27 defecțiuni.  $T_0$  va fi prin urmare  $T_0 = 0,27 \times \text{MTTR} = 0,27 \times 1,026 = 0,27$  ore de oprire. Coeficientul de utilizare previzionat pentru 2 000 de ore va fi deci de  $K = 99,9\%$ .

*Întreținerea preventivă.* Din cele prezentate mai sus se poate constata ușor necesitatea și importanța întreținerii preventive pentru menținerea, pe toată durata de viață, a funcționării conform specificațiilor de produs a echipamentelor periferice și a sistemului de calcul precum și atingerea coeficienților de fiabilitate proiectați. Organizarea operațiilor de întreținere preventivă trebuie să aibă în vedere graficele prevăzute de furnizorul de echipament și să le adapteze la condițiile reale de funcționare ale echipamentelor și sistemelor. Graficele de întreținere prevăd periodicitatea operațiilor (zilnic, săptămînal, lunar, trimestrial, etc. sau număr de ore funcționare) precum și duratele fiecărei operații. Astfel se prevăd curățiri, ungeri, verificări, teste, schimbarea pieselor în profilaxie. În practica curentă schimbarea pieselor în profilaxie, foarte importantă pentru evitarea defecțiunilor „neplanificate“, se face fie pe baza



graficelor, fie ca urmare a verificărilor, mai ales a subansamblelor mecanice. Prin aceasta se evită adesea degradările sau defecțiunile secundare datorate degradării unei piese ce se află în angrenaj cu altă piesă într-un subansamblu. Revenindu-se la criteriul eficienței, se poate demonstra că este mai puțin costisitoare schimbarea pieselor în profilaxie decât schimbarea lor „la cădere” ceea ce implică timp de calculator, un număr mai mare de piese ce trebuie schimbate în cadrul aceluiași subansamblu cât și o aprovizionare aleatoare și în salturi cu piese de schimb.

Trebuie subliniată și importanța, în cadrul operațiilor de întreținere preventivă, a testării funcționării echipamentelor, în condiții nominale cât și marginale (de tensiune, de timp) pentru depistarea unor componente aflate la limita de funcționare. Pentru testarea echipamentelor periferice și a unităților de legătură se utilizează programele de test cât și aparatură de testare (testare off-line). Programele de test trebuie să fie prevăzute de furnizorul de echipament sau de furnizorul sistemului de calcul și trebuie să conțină module de testare a funcțiilor mecanice, a ordinelor, a transferului de date etc. mesajele trebuie să fie semnificative și să dea o cantitate cât mai mare de informații asupra anomaliilor funcționale scoase în evidență. Utilizarea testelor aduce avantaje din punct de vedere al economisirii timpilor de calculator, funcțiile acestora fiind de „acționare” a diferitelor operații, de vizualizare a erorilor ce caracterizează diferitele defecțiuni cât și asigurarea funcționării recurente pentru facilitarea ridicării defecțiunii.

O tendință mereu crescândă constă în prevederea facilităților pentru întreținere și depanare în structura proiectată a echipamentelor periferice. Introducerea microprocesoarelor în structura echipamentelor periferice conferă mari posibilități în ceea ce privește: diagnosticarea autonomă a erorilor, acționarea independentă a transferurilor de date și a servocomenzilor, logica de erori internă, compensarea automată a erorilor în schemele de reglare, flexibilitate arhitecturală. Un exemplu de echipament periferic ce utilizează în structura sa microprocesor este discul magnetic IBM 7350, care utilizează un microprocesor 8080 A cu ciclu de 500 ns, timp minim de execuție a unei instrucțiuni de 2  $\mu$ s și cu timp de execuție a instrucțiunilor de intrare/ieșire de 5  $\mu$ s. Placa procesorului conține o memorie ROM de 8 kocteți care conține microprogramul și 256 octeți de memorie RAM pentru memorarea variabilelor, precum și logica de comandă a întreruperilor și circuite de sincronizare. Discul este prevăzut cu un panou de diagnosticare pentru a comunica cu microprocesorul când se urmărește o secvență de acționare sau diagnosticare.

*Documentația echipamentelor periferice* realizată de regulă odată cu produsul trebuie să conțină următoarele părți: 1) prezentarea caracteristicilor funcționale, a performanțelor și a condițiilor de mediu ambiant (temperatură, umiditate, tensiune de alimentare etc.); 2) prezentarea funcționării echipamentului; 3) schemele logice; 4) graficul de întreținere preventivă; 5) descrierea detaliată a operațiilor de întreținere preventivă, demontări, montări precum și sculele, aparatele și materialele necesare; 6) schemele electronice ale plachetelor; 7) lista completă de piese, cu figuri defășurate, denumire piesă (caracteristici) cod furnizor; 8) indicații și ajutor pentru depanaj, care trebuie să cuprindă, sub formă de liste sau de organigrame de depanaj, etapele cele mai probabile ce trebuie



urmărite pornind de la semnificația fiecărei erori sau anomalii posibile, cât și informații suplimentare utile depanatorilor cum ar fi specificații de interfațare, de instalare etc.

De multe ori în documentație se pot găsi indicații cu privire la întreținerea suporturilor caracteristice echipamentului respectiv.

*Culegerea datelor asupra funcționării echipamentelor*, înregistrarea lor pe documente primare (fișe de pană, jurnale de bord, fișe operaționale) și prelucrarea lor este o sarcină de mare importanță deoarece furnizează criterii pentru luare de decizii și formează baze de date de fiabilitate și mentenabilitate necesare în proiectare, fabricație, organizarea service-ului și exploatarea tehnicii de calcul. Astfel pentru activitatea de proiectare sînt necesare:

1) informații cu privire la comportarea echipamentelor în condiții reale de exploatare și dictarea unor îmbunătățiri sau modificări ce trebuie efectuate;

2) analiza comparativă a coeficienților de fiabilitate și mentenabilitate calculați și a celor prevăzuți prin proiectare, în scopul îmbunătățirii criteriilor de previziune;

3) bază de date statistice pentru noi previziuni de fiabilitate și mentenabilitate;

4) indicații asupra serviceabilității echipamentelor ce se proiectează și asupra comportării probabile a soluțiilor alese din punct de vedere al fiabilității, în scopul adoptării unor soluții cît mai adecvate;

5) indicații privind întocmirea documentației și a programelor de test cît și asupra modului de concepere a aparaturii de testare și diagnosticare.

Pentru beneficiarii tehnicii de calcul de mare importanță sînt:

1) criterii de alegere a unei configurații corespunzătoare aplicației cît și criterii pentru decizia achiziționării de noi echipamente;

2) indicații asupra condițiilor de exploatare ce trebuie asigurate;

3) previziuni pentru coeficienții de utilizare a echipamentelor;

4) indicații pentru îmbunătățirea activităților de exploatare (operare, întreținere zilnică, întreținerea suporturilor).

În ceea ce privește fabricația, foarte utile sînt:

1) criterii pentru îmbunătățirea controlului de calitate;

2) decizii pentru îmbunătățirea producției unor subansamble, a tehnologiei, pentru înlocuirea unor materiale mai puțin fiabile și eliminarea unor eventuale erori de fabricație;

3) indicații asupra timpului, a modului de testare și a condițiilor de încercări la care trebuie supus echipamentul înainte de livrare.

În sfîrșit organizarea activităților de service beneficiază de:

1) indicații pentru alegerea unei politici de întreținere preventivă și organizarea ei conform unor grafice adoptate condițiilor reale;

2) date pentru optimizarea: a) aprovizionării cu piese de schimb, b) dispunerii magaziiilor de piese de schimb și c) a transportului pieselor de schimb, în așa fel încît timpul de staționare datorat așteptării pieselor să fie minim și schimbarea pieselor în profilaxie să poată fi realizată conform graficelor.



3) indicații pentru implementarea unor noi metode de depanare sau pentru realizarea unor scule, aparate, teste sau mijloace automate de diagnosticare;

4) indicații asupra necesităților de personal, asupra calificării acestuia și asupra organizării procesului de formare;

5) date pentru calculele statistice ale coeficienților de fiabilitate și menținabilitate;

6) date pentru actualizarea magaziiilor de piese și determinarea unor noi comenzi de piese, precum și date pentru integrarea în producția internă a unor piese de schimb din import.

„Baza de date de fiabilitate” se formează pe baza unor date fixe: identificarea beneficiarului, identificarea sistemului de calcul, identificarea echipamentelor periferice ca tip, furnizor, ca serie, ca apartenență și ca număr; date de timpi care pot fi nominalizați ca: timp de bună funcționare între două defecțiuni ( $T_F$ ), timp de pană definit ca perioada dintre momentul apariției defecțiunii și momentul intervenției ( $T_P$ ), timp de intervenție ( $T_I$ ), timp de așteptare piesă ( $T_A$ ), timp de întreținere preventivă ( $T_M$ ); date asupra pieselor de schimb înlocuite: denumirea piesei și codul; date asupra defecțiunilor: numărul de defecțiuni; tipul defecțiunii (mecanică, electronică, de contact etc.), modul de remediere (schimbarea piesei, reglaje, modificări etc.).

Calculul statistic al coeficienților de fiabilitate și menținabilitate se face atât pentru fiecare echipament în parte cât și pentru un număr „m” de echipamente de același tip, aflate la un sistem, la un beneficiar, într-o zonă geografică sau în parc. Dacă identificarea unui echipament se face cu indicii „i” pentru tipul de echipament și „j” pentru un număr de serie în cadrul tipului ( $e_{ij}$ ), de exemplu  $i=5$  pentru discurile magnetice MD50 (RCD) iar  $j=60$  pentru discul cu serie 1024, se notează cu  $N_{ij}$  numărul de defecțiuni ale echipamentului  $e_{ij}$  și  $N_i = \sum N_{ij}$  numărul total de defecțiuni al echipamentelor de tip  $i$ , și  $MTBF_{ij}$  și  $MTBF_i$ , media timpului de bună funcționare pentru un echipament și pentru toate echipamentele de tip  $i$  etc.

Se poate calcula pentru o perioadă definită:

$$MTBF_{ij} = \frac{\sum T_{Fij}}{N_{ij} + 1} \text{ [ore]}$$

și pentru cele „m” echipamente periferice din configurația unui sistem, de la un beneficiar, dintr-o zonă sau din parc,

$$MTBF_i = \frac{\sum MTBF_{ij}}{m}$$

Tendința este ca valoarea calculată statistic pentru  $MTBF$  să se apropie de valoarea previzionată. Desigur că statistic, cu cât numărul de echipamente periferice este mai mare,  $MTBF_i$  calculat pentru tot parcursul se va apropia de valoarea proiectată (cu condiția de a fi îndeplinite toate cerințele de întreținere preventivă, pregătire personal, aprovizionare cu piese de schimb etc.).

Media timpului de ridicare a defecțiunii,  $MTTR$ , se poate calcula în două variante: fie luându-se în considerare numai timpul de intervenție și în acest caz valoarea va trebui să fie comparabilă cu valoarea prevăzută, fie luându-se în considerare timpul total de oprire  $T_O = T_P + T_I + T_A$ . Aplicându-se aceași indici se poate obține:

$$MTTR_{ij} = \frac{\sum T_{Iij}}{N_{ij}} \text{ sau } MTTR'_{ij} = \frac{\sum T_{Oij}}{N_{ij}} \text{ [ore]}$$



și pentru cele „m” echipamente

$$MTTR_1 = \frac{\sum MTTR_{ij}}{m} \text{ sau } MTTR'_1 = \frac{\sum MTTR'_{ij}}{m}$$

În ceea ce privește coeficientul de utilizare, se calculează după formula:

$$k_{ij} = \frac{\sum T_{Fij}}{\sum T_{Fij} + \sum T_{Oij}} \times 100 \quad [\%]$$

Pentru a da o imagine cât mai veridică asupra utilizării a „n” echipamente de tip „i” dintr-o configurație a unui sistem de calcul, este bine să se calculeze coeficientul de utilizare medie pentru echipamentele de tipul „i” și se obține  $k_{is} = \frac{\sum k_{ij}}{n}$ , o cifră de control mult mai semnificativă pentru beneficiar.

## 1.6. Criterii de alegere a echipamentelor periferice

Problema alegerii unuia sau altuia din tipurile de echipamente periferice se pune fie pentru proiectarea unei configurații de sistem de calcul fie pentru extinderea sau înlocuirea unor echipamente într-o configurație dată.

Etapele care trebuie parcurse sînt:

1. Evaluarea aplicațiilor actuale și de perspectivă a sistemului de calcul precum și a condițiilor reale de exploatare.
2. Funcție de această evaluare stabilirea claselor de echipamente periferice (tipizate sau orientate pe aplicație).
3. Realizarea studiului de caz pentru stabilirea caracteristicilor de bază și a performanțelor medii necesare pentru o clasă de echipament periferic ținînd seama de totalitatea echipamentelor periferice din configurație și de factorii care influențează tehnologia prelucrării specifică aplicațiilor de bază.
4. Determinarea numărului de echipamente periferice necesare, corelat cu numărul celorlalte clase de echipamente periferice existente în configurație și de caracteristicile sistemului intrare/ieșire, ale memoriei și ale unității centrale. Stabilirea adecvată a gamelor medii de valori pentru caracteristicile de bază (capacitate, viteză de transfer, etc.) precum și a numărului de echipamente periferice se va face plecînd de la necesitatea maximalizării funcției de productivitate a sistemului de calcul.
5. Alegerea dintr-o gamă de echipamente periferice cu performanțe medii apropiate, a unui tip de echipament periferic anumit (alegerea furnizorului și alegerea tipului).
6. Reevaluarea eficienței utilizării configurației pentru aplicațiile inițial stabilite, calcule asupra productivității sistemului de calcul în ansamblu și determinarea posibilităților de extindere ariei aplicațiilor.
7. Prevederea necesităților de extindere sau înlocuire a unor echipamente periferice cu unele noi și evaluarea avantajelor tehnico-economice.

Odată stabilită gama valorilor pentru caracteristicile de bază a unei clase de echipamente periferice alegerea unui anumit tip individual are un caracter conjunctural, trebuie să fie adaptată condițiilor specifice ale utilizatorului și are în vedere următoarele aspecte:



— Necesitatea cunoașterii tuturor caracteristicilor funcționale și constructive (performanțele) tipice unei clase de echipamente periferice și comparația din acest punct de vedere a tipurilor de echipamente existente (secțiunile A din fiecare capitol 2÷8 din lucrare).

— Necesitatea studierii diferitelor soluții constructive specifice pentru aprecierea din punct de vedere tehnic a echipamentului și a eventualelor probleme privind exploatarea, aprovizionarea cu piese de schimb, fiabilitatea etc. (secțiunile B din fiecare capitol 2÷8 din lucrare).

— Analiza caracteristicilor de interfață pentru aprecierea eforturilor de conectare într-o configurație.

— Analiza concordanței dintre caracteristicile suportului de informații și condițiile specifice aplicației utilizatorului. Vor trebui luate în considerare următoarele: durabilitatea, capacitatea, formatul datelor, posibilități de aprovizionare, condiții pentru exploatare și stocare, dimensiuni, manevrabilitate, sensibilitate la microclimat, posibilități de întreținere, costuri și implicit eficiența utilizării.

— Necesitatea cunoașterii implicațiilor în exploatare a caracteristicilor de suprafață ale tipurilor de echipamente periferice. Utilizatorul va trebui să facă analiza soluțiilor constructive care au în vedere calitatea utilizării și eficiența operării echipamentelor periferice în condițiile date și funcție de caracteristicile aplicației. De asemenea, trebuie avute în vedere modul în care utilizarea implică generarea unor condiții defavorabile factorului uman (zgomote, căldură, miros) precum și modul în care se face protecția la intervenții neavizate.

— Analiza restricțiilor în ceea ce privește instalarea.

— Analiza comparativă a datelor de fiabilitate și mentenabilitate indicate de producător precum și acelor culese din exploatarea de către alți utilizatori ai tipurilor de echipamente periferice în discuție. Alegerea se va face ținând seama de acele soluții și facilități care implică concordanța cea mai bună dintre aceste date și necesitățile cerute de aplicație care privesc atât echipamentul în sine cât și întregul sistem de calcul din care echipamentul respectiv reprezintă un element component.

— Analiza comparativă a posibilităților concrete de asigurare a service-ului caracteristic tipului de echipament.

Nu trebuie pierdut însă din vedere că alegerea unui echipament periferic este o problemă tehnico-economică și că aspectele enumerate mai sus trebuie abordate din punctul de vedere al comparației pe baza costurilor totale și anume prețul echipamentului cât și costurile aferente exploatării. În concluzie se poate spune că o bună alegere implică cunoașterea și evaluarea aplicațiilor actuale cât și a celor de perspectivă, a condițiilor concrete, a posibilităților reale, și considerarea criteriilor de mai sus sub semnul eficienței tehnico-economice.

### **1.7. Echipamentele periferice din configurațiile sistemelor de calcul fabricate în R.S.R.**

În tabelul 1.1 din anexă, vol. 2, pag. 204 se prezintă principalele echipamente din configurațiile de bază ale sistemelor de calcul, produse în R.S.R. pînă la momentul actual (ian. 1981). Nu sînt prinse în tabel echi-



pamente particulare, corespunzând unor configurații de sisteme cu caracter de unicat (în general din import).

Tipurile de echipamente periferice sînt aranjate în tabel în aceeași succesiune ca și în cuprinsul cărții.

**Tabelul 1.1** volumul 2, pag. 204

## 1.8. Interconexiuni de intrare/ieșire

### 1.8.1. Magistrale de date (bus)

În transferul de date sînt implicate, după cum s-a văzut, o serie întreagă de echipamente și unități funcționale interconectate prin frontiere fizice care reprezintă interfețe. Interfețele de intrare/ieșire caracterizează transferurile de date, de semnale de comandă, de adrese și de răspuns între echipamentele periferice și unitățile lor de legătură pe de o parte și între unitățile de legătură și canale pe de altă parte. Modul în care aceste semnale se vehiculează, secvența lor în timp și semnificația fiecăruia definesc interfața logică.

Interfața fizică reprezintă mediul de transmitere (conductor metalic, radio, lumină), forma sub care sînt vehiculate semnalele (nivele de tensiune, durata impulsurilor etc.) precum și conectarea de la fiecare capăt. Se obișnuiește să se utilizeze denumirea de magistrală sau de „bus” (noțiune încetățenită în vocabularul tehnic), pentru a cuprinde structura logică și fizică a interfețelor. Busurile realizează trei funcții:

- comunicarea datelor și a semnalelor de comandă între două componente ale sistemului;

- sincronizarea, care permite conectarea echipamentelor electronice de mare viteză la echipamentele lente-electromecanice și care funcție este utilizată de asemenea pentru facilitarea transferurilor aleatoare asincrone;

- comutarea, care permite utilizarea unui bus de către mai multe unități ce se interconectează cu alte unități.

Aceste funcții sînt realizate respectiv prin alegerea mediului fizic de transmitere, prin adoptarea unui *protocol* logic de transmisie care stabilește secvența în timp a transmiterii și prin alegerea dintr-un număr de unități conectate la bus, la un moment dat a unității emițătoare și a unității receptoare.

Caracteristicile principale ale unui bus sînt lungimea și lățimea, prin lățime înțelegîndu-se numărul de linii în paralel. Între aceste două caracteristici există o strînsă corelație determinată de structura fizică a mediuului de transmitere și de cost. Cu cît lungimea busului este mai mare cu atît numărul de căi de transmitere va fi mai mic. Astfel pentru busurile de lungime mică (2 cm — 1,2 m) caracteristice legăturilor între diferitele elemente hardware ale aceluiași echipament pot să se prevadă pînă la 1 000 de fire în paralel. Lungimile mai mari, caracteristice interconexiunilor de intrare/ieșire în cadrul unei configurații de sistem, și anume acelea care ajung pînă la 15÷30 m, pot avea un număr maxim de 50 de conductori. În sfîrșit lungimile de bus foarte mari, tipice pentru teletransmisie se utilizează cu o singură cale de transmisie.



În ceea ce privește topologia de interconectare, pentru mai multe unități ( $U_1, U_2 \dots$ ) la o unitate de comandă UC (mai multe unități de legătură la un canal multiplexor, sau mai multe echipamente periferice la o unitate de legătură multiplă) există două moduri de interconectare posibilă și anume *radial* (fig. 1.12), în care fiecare unitate este conectată separat printr-un cablu, sau *serie* (punct cu punct), caracterizată prin conectarea la un singur set de linii a mai multor unități multiplexate.

Conectarea serie se poate face cu întreruperea cablului, metodă cunoscută sub denumirea de lanț (*daisy chain*) (fig. 1.13, a) sau fără întreruperea continuității fizice („*drop*”) (fig. 1.13, b), putându-se utiliza oricare din aceste metode sau amândouă, în acest caz pentru unele semnale adoptându-se soluția de înlănțuire, iar celelalte vor vehicula pe cablu continuu. (Te reprezintă terminatorul de cablu).

Din punct de vedere logic, în conectarea radială unitatea multiplexoare adresează un anume echipament de nivel inferior de comandă prin plasarea semnalelor pe setul de linii corespunzător, determinînd prin activarea unui cablu echipamentul apelat. Pentru soluția serie liniile de interconectare trebuie să conțină un vector de adresă, fiecărui dispozitiv fiindu-i asigurată o adresă sau un cod de selectare. Fiecare echipament

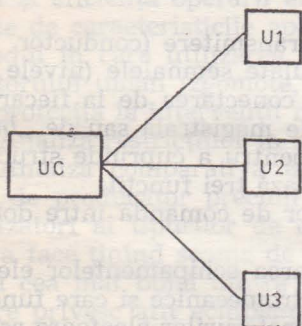


Fig. 1.12. Conectare radială.

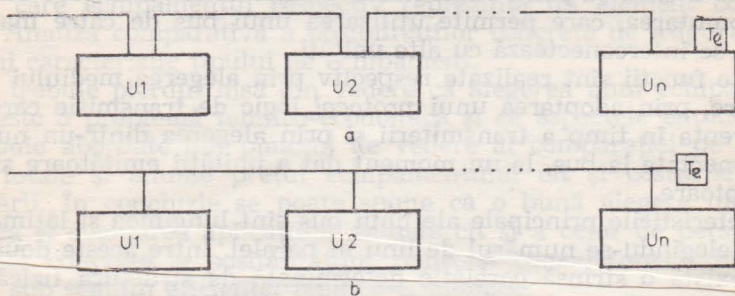


Fig. 1.13. Conectare punct cu punct:

a — soluția „daisy chain”; b — soluția „drop”.

selectat are în structura sa un circuit de decodificare a adresei, cu ajutorul căruia își recunoaște propria adresă și numai după recunoașterea adresei va permite validarea transferului de informații. Când un echipament cere conexiune la unitatea de rang superior, el trebuie să transmită un mijloc de identificare. De cele mai multe ori se utilizează o combinație între cele două soluții.



Alegerea între cele două metode — linii comune sau individuale — depinde în mare măsură de gradul în care diferite echipamente de intrare/ieșire pot interfera cu fiecare altul pe liniile comune. Pe de altă parte trebuie să se țină seama de faptul că utilizarea liniilor comune are dezavantajul că o defecțiune într-un punct va determina funcționarea defectuoasă a întregului ansamblu, pe cînd la soluția radială se va putea continua lucrul cu o unitate mai puțin. Minisistemele utilizează cu precădere soluția conectării prin linii comune datorită criteriului de cost/performanță redus.

Un alt aspect în analizarea busurilor de intrare/ieșire este legat de secvențele în timp ale activităților. Astfel se pot utiliza scheme sincrone în care durată fiecărei activități este cunoscută și scheme asincrone, mai flexibile, în care acțiunile se intercondiționează (fiecărui pas i se cere semnal de comandă urmat imediat de un semnal de răspuns de confirmare).

*Protocolul logic* permite utilizarea busului prin specificarea ordinii activităților pentru efectuarea transferului de informații și prin determinarea următoarei cereri de servicii dintr-o multitudine de cereri în așteptare. Un protocol este o descriere a zonelor de biți semnificativi dintr-o transmisie (mesaj informațional), o explicare a modului de interpretare a acestui mesaj, și o specificație a secvențelor de acțiuni pentru a duce la îndeplinire o funcțiune dorită. Protocolul este prestabilit prin structura logicii de comandă a unității care conduce activitatea busului. Funcțiunile pe care le realizează protocolul în cazul unei interconectări sînt:

- 1) identifică participanții la diferite activități (stabilește sursa și acceptorul la un moment dat);
- 2) definește, prin succesiunea și semnificația semnalelor de comandă ce se vehiculează, tipul acțiunilor: vehicularea datelor, rezolvarea cererilor, tratarea condițiilor de eroare etc.
- 3) determină ce acțiuni trebuie întreprinse în cazul apariției unei erori sau a unor condiții anormale.

### 1.8.2. Realizarea fizică a interfețelor

*Parametrii fizici ai proiectării unui bus.* Proiectarea fizică a busurilor de intrare/ieșire trebuie să țină seama de caracteristicile generale ale transmisiilor pe cabluri și se caracterizează prin următorii parametrii:

- 1) lungimea cablului, exprimată în „m”, este o mărime importantă deoarece creșterea ei face ca în mod proporțional să scadă nivelul semnalelor datorită rezistenței liniare a cablului (există o mărime caracteristică: pierderi/m) și să fie întîrziate (întîrziere/m liniar) din cauza efectelor capacitive.

Pentru înlăturarea acestui inconvenient se pot intercala pe busul intrare/ieșire o serie de amplificatoare (drivere) numărul acestora fiind proporțional cu lungimea cablului. De asemenea și nivelul de zgomot crește cu lungimea cablului (raportul semnal/zgomot scade), iar diafonia, pentru o distanță dată între linii și o geometrie dată, este și ea proporțională cu lungimea cablului. Alte fenomene fizice afectate de lungimea cablului sînt diferențele de potențial ce apar ca urmare a separării legăturilor la masă între două unități conectate.



2) lăţimea cablului caracteristică transmisiilor paralele este direct proporţională cu cantitatea de informaţii transmise la un moment dat. Cu cât lăţimea este mai mare, cu atât devin mai importante fenomenele de dezalinieră.

Acest fenomen limitează viteza de transfer şi determină ca transmiterea semnalului de eşantionare să aibă loc numai după ce informaţiile au fost stabilite pe liniile de informaţii (deci după câteva ns după ce s-a comandat transferul datelor pe linie). Tot legat de transmiterea paralelă se pot semna în unitatea receptoare anumite fenomene posibile de hazard sau cursă. Pe de altă parte atât modul de răsucire al firelor pentru evitarea diafoniei, cât şi rezistenţa mecanică sînt de asemenea influenţate de lăţimea cablului. Există două tipuri de cabluri multifilare — cabluri coaxiale şi cabluri plate multifilare.

3) geometria este determinată în principal de necesitatea înlăturării fenomenului de diafonie. Pentru reducerea diafoniei se prevăd şi fire suplimentare de masă care sînt înfăşurate în jurul firelor ce transportă semnale de informaţie (cabluri ecranate).

4) mediul de comunicaţie, cel mai uzual este conductorul metalic. Ca tendinţă se poate releva introducerea razelor laser şi a fibrelor optice pentru transmiterea la distanţă a datelor.

*Soluţii de realizare fizică a interfeţelor.* Pentru ca semnalele să poată fi transferate prin cabluri de lungimi mai mari decît 50—60 cm sînt necesare circuite speciale emiţătoare şi receptoare de cablu. Există două forme de bază pentru circuitele de comunicare a datelor — cu un singur fir între emiţător şi receptor (fig. 1.14), pe care circulă semnalele de date,

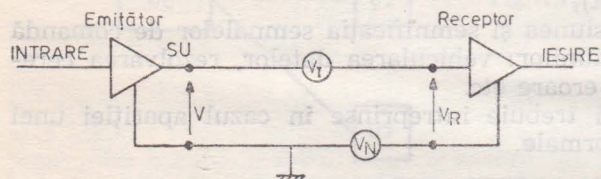


Fig. 1.14. Schemă cu un fir (simplă).

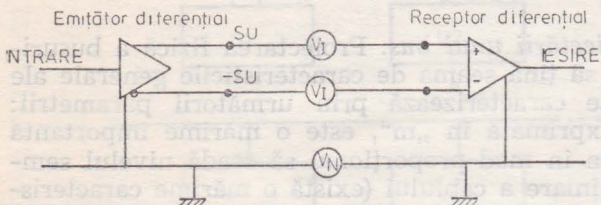


Fig. 1.15. Schemă balansat diferenţială.

un al doilea fir urmează să realizeze reîntoarcerea nului şi cu două fire, sau schemă diferenţială balansată, un al treilea fir fiind utilizat pentru legătura de masă (fig. 1.15).

Avantajul sistemului de transmitere cu un singur fir este simplitatea. Variabilele logice sînt reprezentate prin niveluri de tensiune ale semnalului, care pot fi 0 V şi o polaritate pozitivă sau negativă faţă de 0 V. Dezavantajul utilizării acestor scheme

constă în susceptibilitatea la zgomotele induse şi la deplasarea nului\*. Semnalul recepţionat (SR) va fi o sumă între semnalul util (SU), zgomotul indus ( $V_z$ ) şi tensiunea suplimentară pe linie, datorată deplasării nulu-

\* Zgomotele induse provin de la interacţiuni magnetice sau capacitive de conductori adiacenţi prin care circulă un curent electric sau de la surse de zgomot exterior, cum ar fi perile colectoare de la motoare etc. Zgomotul datorat alunecării nului este rezultatul diferenţei de potenţial apărut de-a lungul legăturii de masă cu rezistenţă şi o inductanţă finită ca urmare a fluxului de curent.



lui ( $V_N$ ),  $SR=SU+V_z+V_N$ . Dacă tensiunile suplimentare au o valoare importantă se poate întâmpla ca receptorul să nu facă discriminarea între un semnal corect produs de emițător și un semnal care reprezintă suma de mai sus, ducând astfel la apariția erorilor. ( $V_I$  reprezintă pierderile pe linie, neglijabile).

Imunitatea la zgomot a acestei scheme se poate îmbunătăți prin înfășurarea cablului de masă în jurul firului de semnal, prin creșterea nivelului de tensiune emis sau prin adăugarea caracteristicilor de hysterezis la receptor, care însă duce la distorsiuni în timp.

Schema diferențială utilizează o pereche de fire pentru linia de transmisie, un emițător și un receptor diferențial. Marele avantaj al acestei scheme îl reprezintă imunitatea la zgomotele care influențează în același sens ambele linii.

Nivelurile de tensiune pentru reprezentarea celor două variabile logice sînt  $+V$ ,  $-V$  în raport cu  $0V$ .

Receptorul poate diferenția în acest caz semnalul util față de zgomote prin realizarea diferenței dintre cele două niveluri de tensiune pe cele două linii, astfel eliminîndu-se influența zgomotelor

$$V_{DIF}=SU+V_z+V_N-(-SU+V_z+V_N)=2SU.$$

Această soluție se utilizează mai ales în medii ce conțin surse puternice de zgomot unde soluția cu un singur fir determină apariția erorilor.

Transmisiile de date între două unități funcționale, indiferent din ce sistem ar face parte, pot avea loc unidirecțional sau bidirecțional.

Din acest punct de vedere interfețele de intrare/ieșire pot funcționa în mod simplex (fig. 1.16) sau multiplex. Modul simplex permite transmisia unidirecțională ireversibilă de la unitatea emițătoare (E) la unitatea receptoare (R).

Avantajul utilizării modului simplex de funcționare constă în ușoara implementare din punct de vedere al sincronizării transmisiei informației; un sistem de intrare/ieșire care îl utilizează este neeficient datorită multitudinii de cabluri necesare.

Mai des folosit este modul de funcționare multiplex, care caracterizează interfețele sistemelor moderne de intrare/ieșire și care permite economie de cabluri, dar necesită o logică de comandă mai complicată pentru realizarea interfețelor.

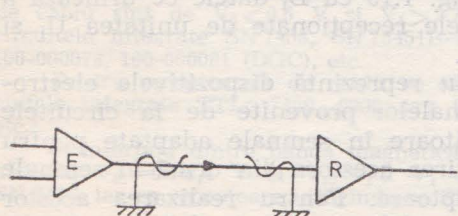


Fig. 1.16. Schemă simplex.

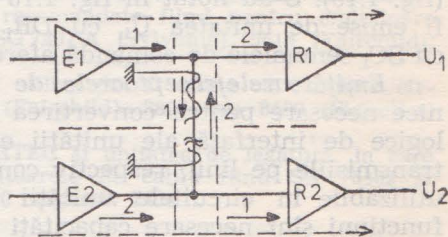


Fig. 1.17. Schemă half-duplex.

În general circuitele multiplex au conectate la linie una sau mai multe unități emițătoare, respectiv receptoare, dar în orice moment de timp transmisia are loc de la un singur emițător la un singur receptor.



Cel mai simplu circuit multiplex este circuitul half-duplex care permite transmisia de date bidirecțională între două unități, care se conectează la linie prin perechi de emițătoare/receptoare de cablu (fig. 1.17).

Este importantă mențiunea că un semnal emis, de exemplu, de unitatea 1 va fi recepționat de unitatea 2 dar în același timp și de receptorul unității 1, ceea ce face necesară implementarea unor circuite ce furnizează logica de validare a semnalelor recepționate pentru fiecare unitate, eliminându-se astfel semnalele parazite. Un caz mai general al

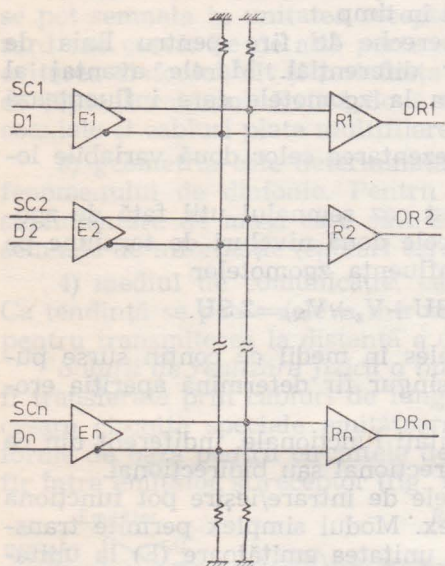


Fig. 1.18. Bus de date, mod balansat diferențial (amplificatoare sursă de curent).

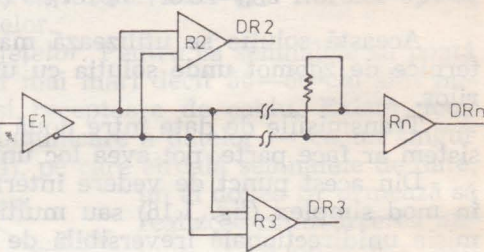


Fig. 1.19. Circuit de distribuție, mod balansat diferențial.

acestui tip de circuit este utilizat pentru transmisia multidirecțională a datelor de la un număr de emițătoare de cablu la mai multe receptoare de cablu după cum se arată în fig. 1.18. În sfârșit, un alt exemplu de transmisie multidirecțională (mod multiplex) îl constituie circuitele de distribuție, la care un singur emițător transmite mai multor receptoare (fig. 1.19). S-au notat în fig. 1.18 și fig. 1.19 cu  $D_1$  datele ce urmează a fi emise de unitatea  $U_1$ , cu  $DR_1$  datele recepționate de unitatea  $U_1$  și cu  $SC_1$  semnalele de comandă aferente.

Emițătoarele/receptoarele de cablu reprezintă dispozitivele electronice necesare pentru convertirea semnalelor provenite de la circuitele logice de interfață ale unității emițătoare în semnale adaptate pentru transmisiile pe linii, respectiv convertirea acestora din urmă în semnale utilizabile în circuitele unității receptoare. Pentru realizarea acestor funcțiuni sînt necesare capacități de amplificare a semnalelor corespunzătoare unor anumite lungimi a liniilor și unui număr de emițătoare/receptoare conectate la linie. Datorită faptului că s-a generalizat utilizarea circuitelor integrate (TTL) în realizarea circuitelor logice la sistemele de calcul, o altă cerință ce se recomandă a fi îndeplinită de către emițătoarele/receptoarele de cablu este compatibilitatea TTL. S-au realizat inter-



fețe cu circuite integrale TTL ca emițătoare dar mai ales ca receptoare de cablu deși capacitățile de amplificare ale acestor circuite (SSI și MSI) sînt în general limitate de raportul dintre întîrzierea circuitului și caracteristicile de fronturi ale semnalelor ce se vehiculează pe linie la o viteză de transmisie dată. Pentru lungimi mai mari de cablu, pentru asigurarea

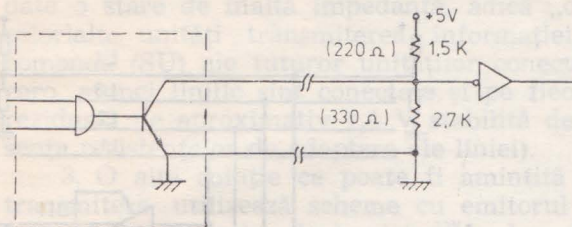


Fig. 1.20. Emițător colector în gol.

unei bune imunități la zgomote și implicit pentru acuratețea semnalului pe linie, se utilizează încă emițătoare/receptoare de cablu realizate cu tranzistoare, în diferite soluții constructive, soluții care caracterizează și circuitele realizate în tehnologia TTL. Alegerea emițătoarelor/receptoarelor de cablu sau a soluțiilor (simplu, balansat-diferențial) depinde în general de cerințele sistemului, de forma și de modul de funcționare necesar pentru liniile de comunicație (transmisie simplex sau multiplex). În cele ce urmează se va face o scurtă prezentare susținută de câteva exemple a principalelor soluții utilizate în realizarea emițătoarelor de cablu, respectiv a receptoarelor corespunzătoare. Soluțiile de realizare a circuitelor de cablu se pot grupa în două mari categorii dictate de tipul emițătoarelor utilizate și anume: surse de tensiune, care asigură nivele de tensiune constante pe cablu, indiferent de sarcină și surse de curent, la care curentul emis are o valoare constantă.

1. Circuitele sursă de tensiune cel mai des utilizate sînt circuitele cu colector în gol (open collector), soluție care caracterizează o gamă largă de circuite logice integrate TTL (fig. 1.20).

De cele mai multe ori se utilizează ca circuite receptoare chiar circuitele logice integrate TTL (7400, 7404, etc.).

Exemple de interfețe realizate cu această soluție pot fi date:

— interfețe de intrare/ieșire HP11202 A care utilizează ca emițător de cablu recomandat circuitul SN 7406 iar ca receptor de cablu pentru date circuitele logice integrate SN 7400 sau SN 7404 iar pentru semnale de comandă SN 7413 sau SN 7414 (Trigger Schmidt), care acceptă semnale cu fronturi lente și dau o margine de zgomote foarte bună. Nivele de tensiune utilizate sînt  $V_{01} < 0,7$  V pentru „1” logic și  $V_{10} \geq 2,4$  V pentru „0” logic;

— busul de intrare/ieșire de la sistemul NOVA la care nivelele semnalelor pe cablu sînt de  $V_0 < 0,5$  V și  $V_1 > 2,7$  V recomandate fiind pentru emițătoare circuitele integrate SN 7438, SN 75451B-4B, SG 7401 A (Sylvania), 9616 (Fairchild); 100-000078, 100-000081 (DGC), etc.

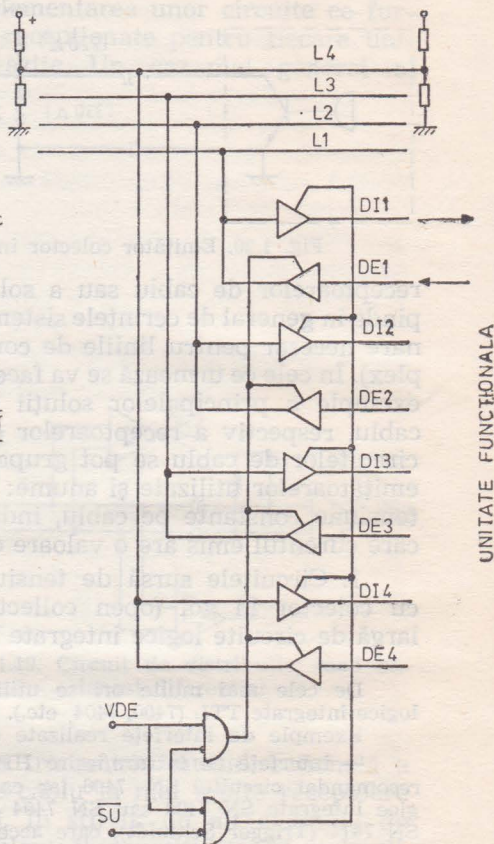
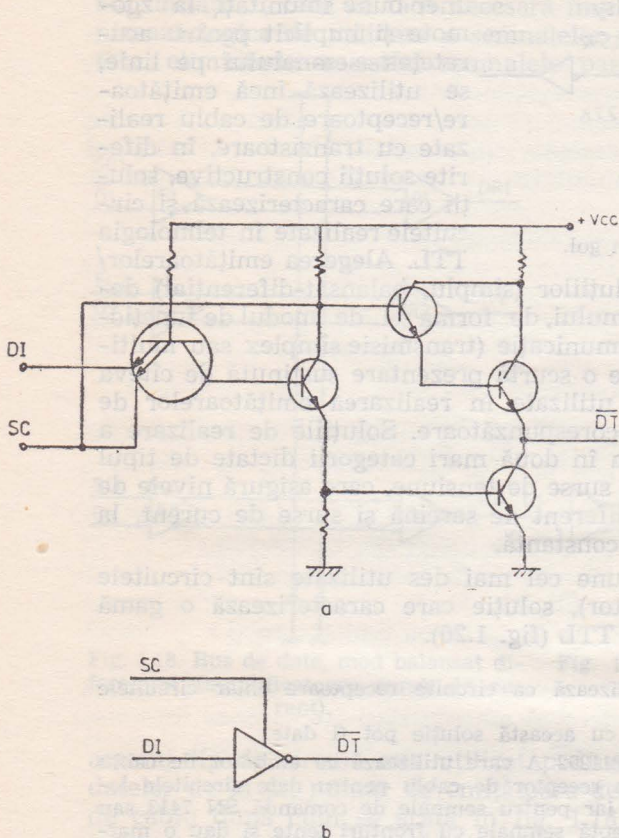
Pentru receptoarele de cablu ce se pot utiliza pot fi citate ca exemple circuitele integrate TTL: 7400, 9000 sau 9617 (Fairchild), 8800 sau 8400 (Signetics) etc.;

— interfața dintre banda magnetică PERTEC și unitatea de legătură, la care nivelele  $V_{01} = 0 \div 0,4$  V și  $V_{10} = +3$  V; emițătoarele de cablu fiind SN 75452 și SN 7416, iar ca receptoare utilizîndu-se SN 7400 respectiv 7404.

2. O nouă soluție utilizată cu precădere în minisisteme sau în sistemele cu microprocesoare o reprezintă liniile cu trei stări (tri-state bus). Emițătoarele utilizate sînt circuite logice de o construcție specială, la care ieșirea poate avea nivel logic 0, nivel logic 1 și starea de deconectare sau de impedanță ridicată. În fig. 1.21 se redă schema de principiu și



simbolul utilizat pentru acest tip de emițător; datele de intrare (DI) sînt transmise (DT) numai în prezența semnalului de comandă (SC). Recep-toarele de cablu sînt limitate ca număr de curentul furnizat de emiță-torul cu trei stări, unele dintre ele putînd fi dintre cele mai cunoscute circuite logice cu impedanță mare de intrare. Utilizarea acestei soluții



este avantajoasă datorită faptului că permite: 1. reducerea complexității circuitelor și a numărului de componente necesare; 2. mărirea numărului de unități logice conectate la linie; 3. simplificarea arhitecturii interfeței și 4. reducerea consumului de putere necesar transmisiilor pe linie.

Se pot da ca exemple circuitele integrate realizate în tehnologia Schottky TTL cum ar fi 9S134, 74S134 (Fairchild), dar exemplele semnificative pot fi luate din numărul de microprocesoare ce au apărut în ultima perioadă, specializate pentru realizarea sistemelor și a interfețelor de intrare/ieșire. Astfel se poate cita: circuitul de comandă a magistralei de date/adrese între dispozitivele periferice și accesul direct la memorie Intel 8257, registrul tampon cu trei stări 8212, sau amplificatorul bidirecțional de patru biți în paralel realizat în tehnologia Schottky TTL, 8216 (fig. 1.22).



Luând în discuție ultimul exemplu arătat simbolic în fig. 1.22, se constată că cele două semnale de comandă pentru cele patru linii în paralel determină sensul de transmitere (VDE=validare date emisie) cât și conectarea celor patru unități la cele patru linii (SU=selectare unitate). Semnalul SU la valoarea logică 0 determină pentru circuitele comandate o stare de înaltă impedanță, adică „deconectare”, permițând astfel celorlalte unități transmiterea informației. Dacă toate semnalele de comandă (SU) ale tuturor unităților conectate la linii au valoare logică zero, atunci liniile sînt conectate și pe fiecare din ele există o tensiune reziduală de aproximativ 1,4 V stabilită de circuitele receptoare (în absența rezistențelor de adaptare ale liniei).

3. O altă soluție ce poate fi amintită pentru realizarea liniilor de transmitere, utilizează scheme cu emitorul în gol (open-emitter). Interfața de intrare-ieșire de la sistemele de calcul FELIX C256/C-512 utilizează astfel de scheme (placheta AE 10-x). În fig. 1.23 sînt reprezentate schemele de principiu ale emițătorului respectiv a receptorului de cablu. S-au notat în figură cu DE, DT și DR datele ce sînt emise, transmise, pe cablu respectiv datele recepționate. VE și VR sînt semnalele de validare corespunzătoare emisie și recepției.

Fără a intra în amănunte asupra funcționării acestor circuite simple, trebuie subliniat rolul semnalelor DETi care detectează un scurt circuit la masă pe linia „i”. Toate semnalele DETi intră într-o schemă de detecție (circuit logic SI-NU) care determină la ieșire un semnal de inhibare a transmisiei pe toate liniile ce formează în paralel un bus de interfață.

Circuitele integrate emițătoare de cablu 8T23 și 8T13 (Fairchild) recomandate pentru interfața standard IBM sînt circuite sursă de tensiune cu emitor în gol. Receptoarele corespunzătoare utilizate sînt 8T24 respectiv 8T14.

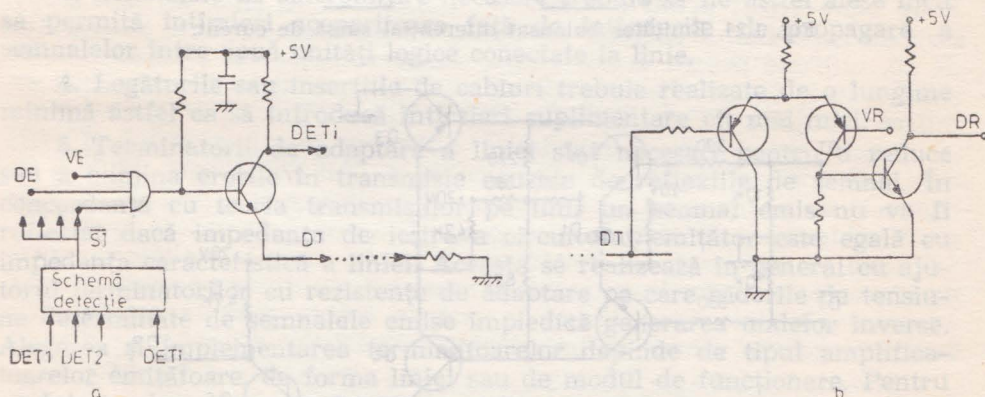


Fig. 1.23. Emițător (a) și receptor (b) utilizate de interfețele de intrare/ieșire ale sistemelor FELIX.

4. În sfârșit în fig. 1.24 se prezintă un exemplu de emițător sursă de curent pentru linii balansat-diferențiale, schema receptorului fiind arătată în fig. 1.25. Scheme similare sînt utilizate pentru realizarea interfețelor dintre discurile magnetice MD50 și unitățile de legătură din configurațiile sistemelor de calcul din gama FELIX.



Ca amplificator emițător de cablu sursă de curent (balansat-diferențial) se pot aminti circuitele integrate 75109/110 cu receptoarele corespunzătoare 75107/108 (Fairchild).

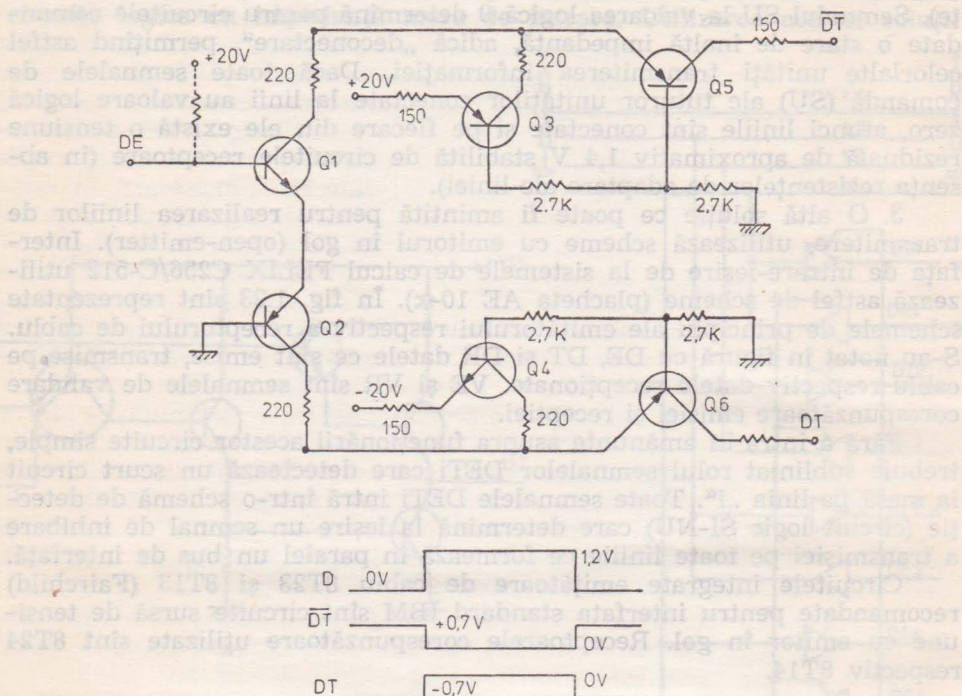


Fig. 1.24. Emițător balansat diferențial sursă de curent.

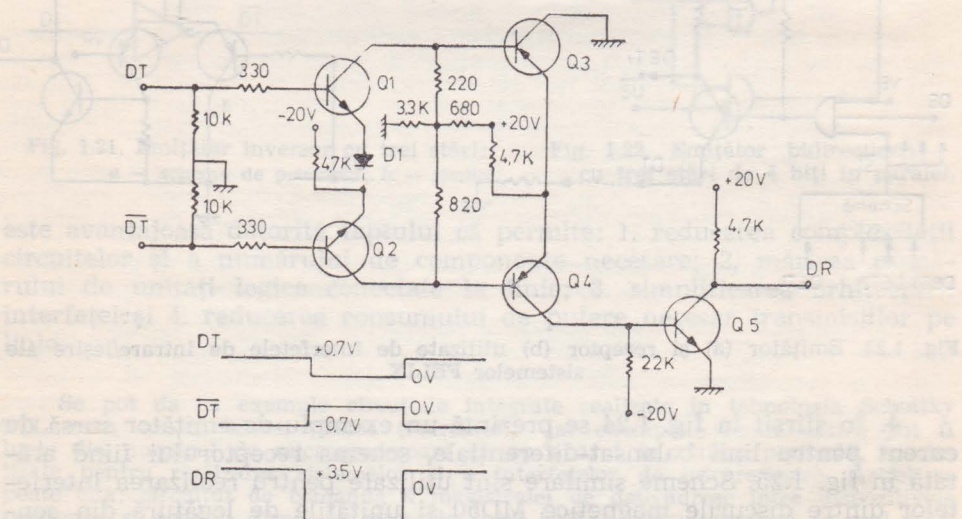


Fig. 1.25. Receptor balansat diferențial.



### 1.8.3. Îndrumări pentru realizarea interconexiunilor de intrare/ieșire

În încheierea acestei prezentări ar fi utilă sublinierea unor cerințe și îndrumări de care trebuie să se țină seama când se pune problema realizării unei interconexiuni de intrare/ieșire:

1. La realizarea unei interfețe pentru un sistem cu funcționare asincronă la care, între unitățile conectate are loc un dialog (handshake) trebuie avută în vedere problema priorităților în conectarea mai multor unități logice la linie. Prioritatea este dată de poziția particulară a unei unități logice față de unitatea de comandă. Pentru sistemele de intrare/ieșire regula de stabilire a priorităților între diferitele unități de legătură ale echipamentelor periferice va fi dată de raportul dintre timpul de activare pentru un transfer și timpul de transfer propriu-zis, prioritatea mai înaltă conferindu-se (pentru un raport mai mare), echipamentelor periferice mai lente (electromecanice).

2. Într-un sistem de intrare/ieșire la care conectarea la linie se face prin cicluri de interogare (polling), protocolul trebuie astfel conceput încât să țină seama de timpul necesar interogării și conectării unei anumite unități logice, relativ la volumul de date ce trebuie vehiculate și la numărul unităților conectate la bus. În sistemele în timp real, unde sînt necesare răspunsuri rapide, se îmbunătățește sistemul de interfațare prin divizarea busului în mai multe busuri satelite, fiecare avînd unitate de comandă și interogare proprie, fiindu-i prevăzut și protocolul necesar conectării la busul central.

3. Semnalele de sincronizare necesare trebuie să fie astfel alese încît să permită întîrzieri acoperitoare față de întîrzierile de propagare a semnalelor între două unități logice conectate la linie.

4. Legăturile sau inserțiile de cabluri trebuie realizate de o lungime minimă astfel ca să introducă întîrzieri suplimentare cît mai mici.

5. Terminatorii de adaptare a liniei sînt necesari pentru a reduce sau a elimina erorile în transmisie cauzate de reflexiile de semnal. În concordanță cu teoria transmisiilor pe linii un semnal emis nu va fi reflectat dacă impedanța de ieșire a circuitului emițător este egală cu impedanța caracteristică a liniei. Aceasta se realizează în general cu ajutorul terminatorilor cu rezistențe de adaptare pe care căderile de tensiune determinate de semnalele emise împiedică generarea undelor inverse. Alegerea și implementarea terminatoarelor depinde de tipul amplificatoarelor emițătoare, de forma liniei sau de modul de funcționare. Pentru modul simplex, de exemplu, cu amplificator sursă de tensiune, se leagă o rezistență de valoare egală cu impedanța liniei la capătul cel mai îndepărtat de emițător. Această rezistență se poate lega la masă sau între cele două cabluri în cazul circuitelor balansat-diferențiale. O altă soluție utilizată este implementarea divizoarelor de tensiune între tensiunea de alimentare și masă (exemplul din fig. 1.20 conține două perechi de valori ale rezistențelor  $1,5K/2,7K$  și  $220\Omega/230\Omega$ ). Indiferent de soluția adoptată este necesar ca ambele capete fizice ale liniei de transmisie să fie prevăzute cu terminatori.



8. Într-un sistem ce utilizează emițătoare cu trei stări sînt necesare circuite logice suplimentare, care să detecteze diferența dintre un emițător ce transmite date și celelalte emițătoare în stare de impedanță ridicată.

9. O altă remarcă se referă la interfațarea dintre schemele logice de comandă și elementele de acționare caracteristice echipamentelor periferice, cum ar fi electromagneți, motoare, rele etc. În acest caz, sînt adesea necesare circuite cu componente discrete cum ar fi tranzistoare de putere, triacuri etc. comandate de semnalele de ieșire ale sistemelor de comandă, semnale care trebuie să îndeplinească condiții de polaritate corectă, de limitare în curent la nivel logic ridicat, imunitate la zgomot. Un exemplu de astfel de circuit de comandă este 9334 (Fairchild).

10. În proiectarea unei interfețe trebuie să se ia în considerare necesitatea unor scheme logice care să asigure controlul unei transmisii corecte, protecția la eventualele defecțiuni pe cablu (căderea de tensiune a unui emițător sau receptor, scurt circuit pe cablu, fir întrerupt etc.) sau inhibarea transmisiei pe cablu în cazul perioadelor tranzitorii de punere/scoatere de sub tensiune a unui sau mai multor unități emițătoare sau receptoare.

11. De mare importanță a devenit în ultima vreme utilizarea pentru interfațare a unor soluții standardizate. Standardizarea interfețelor a constat în definirea unui set de semnale care circulă între două unități, cu recomandări în ceea ce privește realizarea fizică și formatul datelor pe cablu. Foarte cunoscute și des utilizate sînt recomandările V24 CCITT pentru transmisiile serie pe un număr de două conductoare (de regulă utilizate între modemuri și terminale) la care semnalele de comandă se aleg dintr-o listă de 34 de semnale conținută în recomandări. Un standard echivalent este EIT RS232-C (EIA—Electrical Industries Association), caracterizat printr-o viteză de transmisie de pînă la 20 000 bps, lungimea maximă a cablului de 16 m, numărul de contacte pentru bus de 25, utilizate pentru datele emise, datele recepționate și semnalele de sincronizare, de inițializare și de stare. Un standard cu caracteristici similare utilizat în S.U.A. este MIL STD 188 C.

Multe sisteme de intrare/ieșire utilizează interfața standard IBM care este formată din linii bidirecționale, 6 linii de selecție, 19 linii de comandă de la procesor la echipamentele periferice și 6 linii de răspuns de la echipamentul periferic la procesor. Din punct de vedere al realizării fizice se utilizează, ca emițătoare de cablu, circuite emițătoare surse de tensiune cu emitor în gol pentru transmisii multiplex pe cablu coaxial, adaptarea la linie fiind făcută la ambele capete prin rezistențe serie la masă, egale în valoare cu impedanța caracteristică a liniei.

Standardul britanic BS 4421, cu replica sa americană CAMAC, soluționează problema conectării unui set arbitrar de echipamente periferice la un calculator arbitrar, realizînd o interfață intermediară standard specificată pentru cele două moduri de transmisie serială și paralelă. Un alt standard este IEEE 488—1975 caracterizat printr-o magistrală de date (8 c.b.) de lungime maximă de 20 m, ce permite conectarea unui număr maxim de 15 unități, fiecare prevăzută cu conectoare cu 24 de contacte, prin care se vehiculează semnalele de informații (8 c.b.) semnale de comandă generale (5 c.b.) precum și semnale de control al transferului de date (3 c.b.).



## BIBLIOGRAFIE

1. HILL, I. F. și PETERSON G. R., *Digital systems: hardware organization and Design* John Wiley & Sons, 1973.
2. \* \* \* Input/Output. *Infotech State of the Art Report* no. 22, 1975.
3. DODESCU, GH. și col., *Calculatoare electronice și sisteme de operare*, Ed. didactică și pedagogică, 1974.
4. DODESCU, GH. și col., *Minicalculatoare. Aplicații*, Ed. tehnică, 1977.
5. FEMLING, D., Enhancement of modular design capability by use of tristate logic, *Computer*, Dec. 1971.
6. CHU. Y., *Computer organization and microprogramming* Prentice-Hall, 1972.
7. DAVIES D. W. și BARBER, *Communication networks for computers*, John Wiley and Sons, 1973.
8. BURROWS, J. H., Performance evolution and measurement, *Computerworld*, 1973.
9. ALLEN, A. O., Queuing theory for system design, *IBM Systems Journal*, 1975.
10. GORMAN, J., Broader outhose for interfacing, *Systems* vol. 1 no 1 1973.
11. VICKERS, A. J., Building a CAMAC modular one interface, *Systems* vol. 2 no 3 1974.
12. British Standards Institute specification for a digital input/output interface for digital collection systems BS 4421.
13. SHOOMAN, M. L., *Probabilistic reliability: an engineering approach*, McGraw-Hill, 1968.
14. PESCARU, V., DUMITRESCU, I., BILCIU, C., SATRAN, I., NICA, A., *Inițiere în teleprelucrarea datelor*, Editura tehnică, 1972.
15. HOLT, R. M. și LEMAS, M., Curent microcomputer architecture, *Computer Design*, 1974.
16. BELL, G. și NEWELL, A. (editori), *Computer structures: Readings and examples*, McGraw-Hill, 1971.
17. CHANG, W., Sequential server queues for computer communication system Analysis, *IBM Journal of Research and Development*, sept. 1975.
18. CHIU, W., DUMONT, D. și WOOD, R., Performance analysis of a multiprogrammed computer system, *IBM Journal of Research and Development*, mai, 1975.
19. GURAN, M. și colectiv, Proiectarea configurațiilor de echipamente, AMC, vol. 22 (1976).
20. Fairchild Semiconductor The TTL Applications Handbook.
21. ZISSOS, D. și DUNCAN, F. G., *Digital interface design*, Oxford University Press, 1973.
22. DEC PDP-11 Peripherals handbook (programming and interfacing). Digital Equipment Corporation, 1973.
23. IBM — Sistem 360 I/O interface channel to control unit, Original Equipment Manufacturers' Information.
24. \* \* \* Sisteme de calculatoare Wang 2200, Editura tehnică, 1977.
25. DANCEA, I., Microprocesoare. Arhitectură internă, Programare, Aplicații, Ed. Dacia, 1979.
26. AVRAMESCU A. și colectiv: Echipamentele periferice ale calculatoarelor numerice, Editura tehnică, 1971.
27. BILCIU, C. Considerații privind creșterea performanțelor echipamentelor periferice de calcul. Comunicare la Ses. științifică IPB, 1977.

\* O mare parte a materialelor bibliografice și manuale de firmă specifice apar la capitolele de echipamente.



28. BOGDAN, R. C., BILCIU, C., DAVIDOVICIU, A., ȘCHIOPULESCU, D., *Memoariile calculatoarelor electronice*, Editura tehnică, 1975.
29. Documentații tehnice ale firmelor FELIX, PERTEC, AMPEX, BORROUGH, IBM etc.
30. RYABININ, I., *Reliability of engineering systems principles and analysis*, Mir Publishers, 1976.
31. DRUJININ, G. V., *Siguranța în funcționare a sistemelor*, Editura tehnică, 1968.
32. MIHOC, GH. și col.: *Bazele matematice ale teoriei fiabilității*, Ed. Dacia, 1976.
33. BARON, T., *Calitatea și fiabilitatea produselor*, Ed. didactică, 1976.
34. COSTAKE, N., *Alegerea sistemelor electronice numerice de prelucrare a informației*, Editura tehnică, 1970.
35. YOURDON, E., *Design of on-line computer systems*, Prentice-Hall, 1972.



## 2. UNITĂȚI DE DISCURI MAGNETICE

### A. CARACTERISTICI GENERALE

Apariția unităților de discuri magnetice a fost precedată de apariția echipamentelor cu tambur magnetic, odată cu primele calculatoare cu program memorat (1948, Manchester — tambur magnetic acoperit cu nichel, 47 piste, 2560 biți/pistă, timp de acces mediu — 15,6 ms).

Tamburele magnetice au fost larg utilizate la începutul dezvoltării calculatoarelor datorită timpului de acces convenabil. Mărirea capacității de memorare a devenit limitată în condițiile folosirii pentru înregistrare numai a suprafeței externe a tamburului.

Ideea măririi capacității prin folosirea ca suport a unor discuri acoperite pe ambele fețe cu material magnetic prezenta dificultăți tehnologice.

Dintre acestea, principala problemă era menținerea unei distanțe de separare suficient de mici dar stabile, între suprafața discului magnetic și capul magnetic, mai ales în ipoteza deplasării acestuia.

Realizarea capetelor „plutitoare” (pe „pernă de aer”), de către IBM la prima unitate comercială de discuri magnetice (RAMAC-1956), a favorizat dezvoltarea puternică a producției și utilizării unităților de discuri magnetice. Pernă de aer era constituită prin introducerea de aer sub presiune printr-un orificiu al capului. Soluțiile tehnologice dezvoltate ulterior au dus la îmbunătățirea comportării aerodinamice a ansamblului cap — disc, care prezintă distanțe de separare de ordinul micronilor sau submicronice.

Tehnologiile de realizare a unităților de discuri magnetice și tehnicile și metodele de realizare a „software”-ului s-au condiționat și stimulat reciproc. În configurațiile actuale suportul disc-magnetic este utilizat ca extensie a memoriei principale (memorie externă) fiind și principalul rezident al sistemului de operare. Discul magnetic a oferit utilizatorilor facilități în organizarea bibliotecilor de programe, precum și în organizarea datelor în fișiere cu structuri mai eficiente din punct de vedere al prelucrării (fișiere indexat-secvențiale, selective, secvențial înlanțuite). Conceptele actuale de memorie virtuală și baze de date sînt dezvoltate cu implicația utilizării ca suport a discurilor magnetice, datorită posibilităților de adresare directă și a timpului de acces convenabil față de cel al altor suporturi disponibile în prezent.

Structura unei unități de discuri magnetice cuprinde în cazul general (fig. 2.1):

- suportul constituit dintr-unul sau mai multe discuri;
- ansamblul capetelor și circuitelor de scriere/citire;



- ansamblul de fixare și antrenare al suportului;
- sistemul de poziționare a capetelor (în cazul capetelor mobile);
- blocul logic de comandă și circuitele de interfață cu unitatea de legătură;
- panoul de comandă și vizualizare al unității.

Unitățile de discuri magnetice sînt conectate la sistem prin intermediul unității de legătură. Aceste unități de legătură sînt de obicei multiple, o unitate de legătură putînd conecta mai multe unități de discuri. Conectarea unităților de discuri la două unități de legătură (unități în dublu acces) sau conectarea unei unități de legătură la două canale (two-channel switch) permit transferuri simultane pe două unități de discuri în regim mono sau biprocesor.

Unitatea de legătură realizează transmiterea informației între procesor și unitatea de discuri, controlul execuției ordinelor asigurînd detectarea și tratarea erorilor eventuale apărute pe parcursul operației.

Pe interfața unității de discuri, informația se prezintă sub formă serială, asamblarea octeților și controlul structurii înregistrării făcîndu-se în unitatea de legătură. Tot în unitatea de legătură se realizează conversia adreselor logice ale înregistrărilor utilizate în sistemul de calcul în adrese specifice sistemului concret de acces al unității (pistă, cap, sector).

Deși obiectul capitolului îl constituie unitățile de discuri, în tratarea anumitor funcțiuni (în principal legate de procesul de scriere/citire) se depășește nivelul interfeței cu unitatea de legătură în interesul unei imagini mai cuprinzătoare a funcțiunii respective.

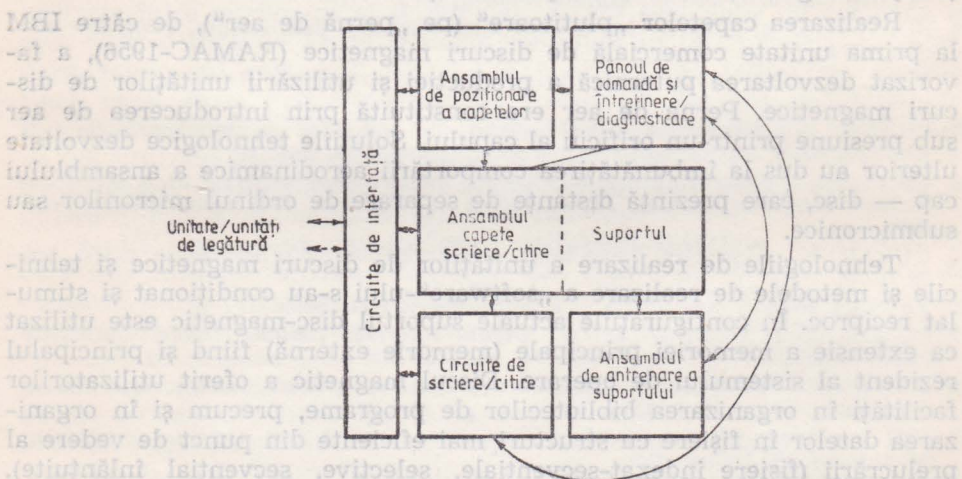


Fig. 2.1. Structura funcțională a unităților de discuri magnetice.

În ceea ce privește structura unităților de discuri magnetice, subansamblele componente au fost grupate în subsisteme funcționale, specifice tuturor tipurilor, în scopul punerii în evidență a legăturilor funcționale.

Aceste subsisteme constitutive (fig. 2.1) cuprind atât elemente mecanice sau electromecanice cît și elemente de comandă și circuite logice și vor fi tratate în subcapitole separate.



## 2.1. Suportul și organizarea informației

**Suportul.** Elementul de bază al suportului este constituit dintr-un disc cu rol de substrat, acoperit de un strat cu proprietăți magnetice, care reprezintă partea activă.

Discul substrat trebuie să prezinte o bună planeitate și rugozitate precum și stabilitate dimensională la variația temperaturii.

Materialul substratului poate fi rigid (de obicei aluminiu sau aliaje ale acestuia) sau flexibil (material plastic, de obicei mylar).

În majoritatea cazurilor stratul magnetic este compus dintr-un amestec de material magnetic (cel mai utilizat fiind  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) și rășini epoxi, adeziivi etc. Grosimea stratului magnetic pe bază de  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$  este în general cuprinsă între 1 și  $5\mu$ .

Suportul poate fi constituit dintr-un singur disc sau din mai multe discuri paralele, montate pe un ax comun (pachet de discuri).

Caracteristicile suportului sînt diferite în funcție de tipul unității de discuri. Delimitarea cea mai evidentă este între discuri *fixe*\* și discuri *amovibile*. Dacă în primul caz suportul este permanent montat, făcînd parte integrantă din unitate, în cazul discurilor amovibile, suportul poate fi montat și scos de pe unitate, asigurîndu-se o capacitate de memorare off-line practic nelimitată. În general, ansamblul suportului cuprinde, pe lîngă numărul specific de discuri, și alte elemente pentru protejarea discului, filtrarea aerului, montarea pe unitate etc. sau elemente ale tractoarelor de index, sector, poziție, etc.

Majoritatea suporturilor amovibile sînt standardizate, după cum rezultă din tabelul 2.1, din anexă, vol. 2, pag. 206.

**Tabelul 2.1** volumul 2, pag. 206

Metodele de înregistrare folosite în unitățile de discuri magnetice sînt bazate în general pe codurile cu modulație în frecvență (FM sau DF, MFM, M<sup>2</sup>FM expuse în paragraful 2.4.3.). Pe măsura creșterii densității de înregistrare apare tendința folosirii unor coduri mai evoluate din punct de vedere al capacității de detectare și corectare a erorilor.

**Sistemul de acces și structura înregistrărilor.** Caracteristica de memorie cu acces direct a unităților de discuri magnetice implică asocierea unei adrese fiecărei înregistrări de pe disc. Din punct de vedere al adresării, ar fi suficient ca unitatea să asigure prezența unui cap de scriere/citire în poziția fizică a înregistrării adresate, după care ar urma operația de transfer. Pentru micșorarea posibilității de eroare de adresare se face însă și o verificare a adresei căutate, prin citirea unei informații de adresă înregistrate anterior. Astfel, majoritatea unităților de discuri magnetice folosesc un procedeu de adresare combinat care constă în selectarea și eventuala poziționare, la discurile cu capete mobile, a capului de scriere/citire pe pista fizică a înregistrării adresate și apoi selectarea și verificarea adresei înregistrării, prin citirea unei informații de adresă, conținută chiar în înregistrarea respectivă. Fiecare înregistrare, în afara

\* Deși în toate cazurile discurile se află în rotație în timpul funcționării, s-a încetățenit noțiunea, oarecum improprie, de discuri *fixe* pentru discurile neamovibile.



datelor efective, cuprinde și informații de control atât la început (preambul) cât și la sfârșit (postambul). Structura generală a unei înregistrări pe disc este cea din fig. 2.2. a.

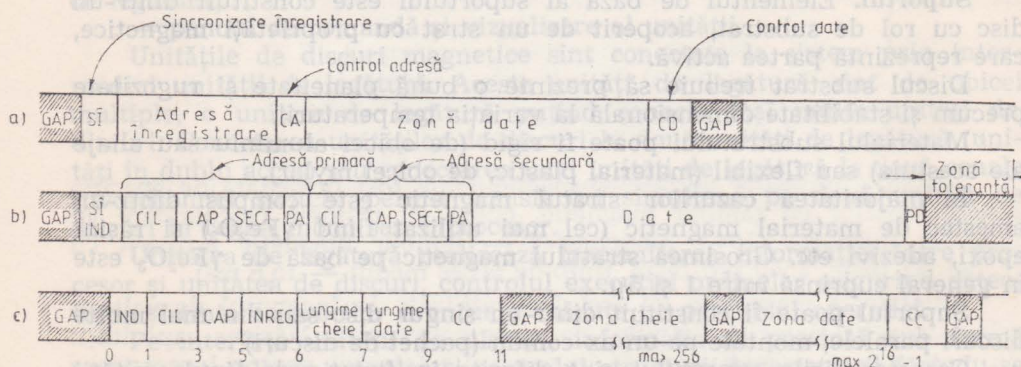


Fig. 2.2. Structura înregistrării pe disc:

a — structura generală; b — înregistrare de lungime fixă — (FELIX-C256 — CDC 9742);  
c — înregistrare cu lungime variabilă IBM 360/370.

*Lungimea înregistrărilor* este o caracteristică a sistemului de calcul. Din acest punct de vedere, unele sisteme lucrează cu înregistrări de *lungime fixă* iar altele cu înregistrări de *lungime variabilă*. Este de remarcat că un același tip de unitate de discuri, cu același tip de suport, poate lucra în sisteme diferite cu cele două feluri de înregistrări, compoziția logică a informației de adresare și sincronizare a înregistrării (preambul) fiind controlată de unitatea de legătură prin intermediul lanțului de scriere/citire. Structura înregistrării trebuie să satisfacă următoarele cerințe:

- 1 — să aibă un reper de început de înregistrare care să poată fi utilizat de către sistemul de acces;
- 2 — să conțină informații necesare identificării și verificării adresei;
- 3 — să indice corect începutul și sfârșitul zonei efective de date;
- 4 — să conțină informații de control pentru detectarea erorilor de scriere/citire.

Pentru detecția și eventual corecția erorilor se folosesc controlul de paritate sau coduri ciclice de tip CRC (pentru detalii vezi cap. 3).

În cazul înregistrărilor de lungime fixă, toate pisteles conțin același număr de înregistrări, dispuse într-un număr corespunzător de sectoare. Astfel, adresa înregistrării în cadrul pistei este exprimată prin numărul sectorului, primul sector fiind indicat de un marker special, numit INDEX. Marcarea sectoarelor se poate face, fie printr-un procedeu mecanic, prin atașarea la pachetul de discuri a unui component prevăzut cu creștături sau perforații ce pot fi sesizate în timpul rotației de un traductor fix, fie pe cale electronică prin înregistrarea pe suprafața unuia din discuri a unei piste pentru sincronizare pe sector.

De asemenea, pot exista cazuri în care unitatea de legătură realizează sincronizarea pe sector prin intermediul unor numărătoare resincronizate continuu de semnalul de INDEX (în cazurile în care se impune



sectorizarea și unitatea de discuri nu este prevăzută cu traductoare pentru sectorizare).

În fig. 2.2.b este reprezentată structura înregistrării de lungime fixă la sistemul FELIX-C-256 (unități de discuri RCD).

Pachetul de discuri utilizat nu are decât creștătură pentru index. Fiecare sector conține în preambul, în partea de început o informație cu o structură particulară care permite sesizarea începutului de sector (cerința 1). O informație de adresă conținând adresa pistei și a sectorului respectiv permite citirea și verificarea adresei înregistrării de către unitatea de legătură (cerința 2). În cazul în care pista respectivă este deteriorată, este prevăzută posibilitatea înlocuirii acesteia cu o pistă rezervată în acest scop, derutarea făcându-se sub controlul UL, fără vre-o intervenție în program. Adresa pistei de rezervă este indicată ca ADRESĂ SECUNDARĂ în înregistrarea inițială împreună cu o informație ce specifică „pistă defectă”. Începutul și sfârșitul zonei de date efective este determinat de UL prin cunoașterea lungimilor fixe ale zonelor înregistrării (cerința 3). Atât zonele de adresă cit și zona de date sint prevăzute cu câte un bit de control paritate serială pe bit. (PA, — paritate adresă, PD — paritate date) (cerința 4).

Un exemplu de înregistrare de lungime variabilă este reprezentat în fig. 2.2. c. Această structură este utilizată în sistemele IBM/370/360. Fiecare înregistrare are trei zone separate printr-un spațiu liber (GAP), o zonă de identificare a înregistrării, o zonă ce conține cheia înregistrării și zona datelor efective. Cheia înregistrării este o informație ce caracterizează organizarea logică a înregistrărilor pe disc. Zonele ce conțin cheia și datele pot avea lungimi variabile, pe când prima zonă are o lungime fixă.

Prima înregistrare a unei piste este situată imediat după markerul INDEX și este precedată de o înregistrare caracteristică care conține adresa pistei (HOME ADRESS).

Începutul de înregistrare este detectat prin sesizarea unui GAP urmat de un indicator caracteristic de început de înregistrare (cerința 1).

Prima zonă cuprinde adresa pistei și numărul înregistrării în cadrul pistei (cerința 2) precum și lungimile celorlalte două zone. Detecția începutului și sfârșitului zonei efective de date este realizată prin intermediul GAP-urilor și a cunoașterii lungimii zonei de date prin citirea primei zone (cerința 3). Pentru controlul scrierii/citirii se folosește un cod ciclic (CC), înscris la sfârșitul zonelor de adresă și de date pe un spațiu de 2 octeți și verificat la fiecare citire (cerința 4).

Numărul maxim de înregistrări pe o pistă este de 256.

Din aceste exemple, rezultă că o parte din spațiul disponibil de înregistrare al pistelor este ocupat cu informații de control al adresării ceea ce, evident, reduce spațiul disponibil pentru datele efective.

Organizarea eficientă a structurii înregistrării trebuie să realizeze un raport cât mai mare între spațiul datelor efective și spațiul informațiilor de control cu îndeplinirea cerințelor 1—4.

Pentru definirea poziției înregistrării în întregul pachet de discuri, trebuie luată în considerare dispunerea fizică a pistelor pe suprafețele discurilor și dispunerea discurilor în cadrul pachetului de discuri.



Penru un pachet de discuri cu mai multe fețe active, adresa înregistrării are trei componente:

Adresa înregistrării  $\Leftarrow$  adresă pistă/adresă față/adresă sector (înregistrare).

Dacă selecția se face începînd cu o adresă de pistă, inițial se selectează un cilindru conținînd toate pistele cu același număr de pe toate fețele pachetului, de aceea adresa de pistă este înțilnită și sub denumirea de adresa de cilindru.

Un exemplu de structură de adresare este reprezentat în fig. 2.3. El se referă la un sistem de 16 unități de discuri cu capete mobile (un singur cap de scriere/citire pe suprafața de disc) conectate la aceeași unitate de legătură.

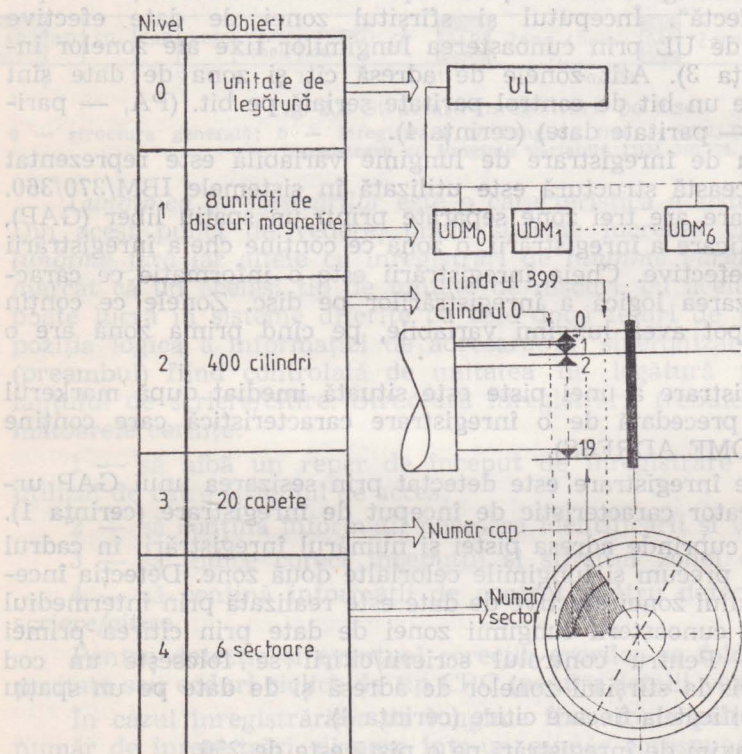


Fig. 2.3. Nivele de adresare la un subsistem de 8 unități de discuri.

Selectarea cilindrului la unitățile de discuri cu capete mobile se face prin mișcarea carului port-capete. Timpul de acces la pistă va depinde în acest caz de poziția inițială și de poziția pistei adresate.

La discurile cu capete fixe în fiecare pistă este prezent în permanență un cap, ceea ce face ca selecția pistei și a suprafeței înregistrării adresate să fie făcută numai prin selecția capului respectiv.



## 2.2. Performanțele unităților de discuri magnetice

Nivelul de performanță, calitatea unităților de discuri magnetice sint exprimate printr-o multitudine de parametri dintre care cei mai importanți se referă la funcțiunile principale ale unităților; capacitatea (densități), timpul de acces la informație, viteza de transfer. Acestora li se adaugă o serie de caracteristici privind siguranța în funcționare, operarea și întreținerea, condițiile de mediu etc. care contribuie la definirea unităților.

Capacitatea unității (capacitatea pe broșă — C) exprimă cantitatea de informație care se poate memora pe discurile (discul) instalate la un moment dat pe unitate. Este determinată de densitatea liniară de înregistrare pe pistă ( $\delta_p$ ), densitatea radială a pistelor ( $\delta_r$ ), suprafața de înregistrare a unui disc (S) (suprafața coroanei circulare cuprinse între pista 0 de rază  $R_0$  și pista maximă (N), de rază ( $R_N$ ) și numărul de fețe active (nf), conform relației (2.1).

$$C \approx \delta_p \cdot \delta_r \cdot S \cdot nf \quad (2.1)$$

Capacitatea se exprimă în biți sau octeți.

Pe lângă capacitatea totală, conform relației 2.1 (capacitate neformată), se indică uneori și cantitatea de date propriu-zise înregistrate într-un anumit format (capacitate formatată).

Capacitatea unităților de discuri magnetice a crescut continuu, în-deosebi datorită măririi densităților de înregistrare (vezi tabelul 2.3 și fig. 2.91).

Densitatea liniară se exprimă în bpi (biți pe inch) sau biți/cm. Densitatea liniară rezultă din frecvența semnalului de scriere (constantă) și viteza liniară a discului la raza corespunzătoare pistei. Valoarea densității variază deci în funcție de numărul (poziția) pistei. De obicei se indică densitatea pe pista interioară cu raza cea mai mică, unde densitatea este maximă.

Obținerea unei densități liniare mari este condiționată în principal, de caracteristicile interfeței cap-disc: distanța cap-disc (h), lungimea întrefierului capului de înregistrare (g), grosimea acoperirii magnetice a discului (e), calitatea materialului miezurilor capetelor de scriere/citire și a materialului folosit pentru acoperirea discurilor etc. Densitatea liniară este influențată și de precizia poziționării pe pistă a miezurilor de scriere/citire, precum și de caracteristica de frecvență a lanțului de citire. Trebuie de asemenea remarcat faptul că unele metode de codificare permit realizarea unei densități (bpi) mai mari decât densitatea maximă a tranzițiilor de flux de pe suportul magnetic. Densitatea liniară a crescut în perioada ultimilor 20 de ani de la 200 bpi la peste 10.000 bpi în prezent.

Densitatea radială se exprimă în tpi („tracks per inch” — piste/inch) sau în piste/cm. Dat fiind faptul că suprafața afectată înregistrării pe disc este limitată (la discurile de 14 inch, de exemplu valoarea standardizată  $R_0 - R_N$  este de 2 inch (50,8 mm), numărul de piste al unei unități este dat de densitatea radială.



În cazul unităților cu capete mobile, obținerea unei densități radiale mari este limitată, în principal, de precizia sistemului de poziționare. Interschimbabilitatea discurilor aduce în plus o serie de condiții privind alinierea capetelor. Pe de altă parte, densitatea radială este condiționată și de parametri mecanici și magnetici ai interfeței cap-disc, în special de lățimea întrefierului. În cazul unităților cu capete fixe obținerea densităților radiale mari depinde, în principal, de posibilitatea realizării unor capete multiple cu un pas mic al întrefierurilor de scriere/citire și de posibilitatea de montare a capetelor. Densitatea radială maximă atinsă la unități în exploatare în prezent este de 680 tpi.

Accesul la informație presupune, în cazul general, așa cum s-a arătat și în capitolul 2.1, două mișcări mecanice: poziționarea capetelor și rotația discurilor. *Timpul de acces* este deci, suma timpului de poziționare a capetelor ( $t_p$ ) și a timpului de căutare pe pistă ( $t_e$ );

$$t_a = t_p + t_e \quad (2.2)$$

Interesează în special valorile medii ale acestor timpi. În cazul unităților cu capete fixe timpul de acces se reduce la timpul de căutare pe pistă.

*Timpul de poziționare* este componenta cu ponderea cea mai mare a timpului de acces (la unitățile cu capete mobile). Dat fiind accesul aleatoriu, timpul mediu de poziționare se definește prin formula:

$$t_{pm} = \frac{\sum_{i=0}^{N-1} \sum_{j=0}^{N-1} t_{ij}}{N^2} \quad (2.3)$$

unde  $t_{ij}$  este timpul de poziționare de la o pistă oarecare  $i$  la o pistă oarecare  $j$ , iar  $N$  — numărul total de piste. De obicei, pe lângă timpul mediu de poziționare se indică și timpul minim (al poziționării cu o pistă) și cel maxim (al poziționării cu  $N$  piste).

Timpul de poziționare depinde exclusiv de sistemul de poziționare. Valorile relativ mari ale acestui parametru se datorează masei inertiiale mari care trebuie deplasată (carul port-capete) precum și unor limitări constructive, tehnologice.

Odată cu perfecționarea sistemelor de poziționare, timpul mediu de poziționare a scăzut de la sute de milisecunde (la dispozitivul cu cuplaje cu pulberi folosit în unitatea IBM305 (1956) la 22—30 ms (la dispozitivele actuale cu motor linear electrodinamic).

*Timpul de căutare pe pistă* („latency time”) este dat de viteza de rotație măsurată în rotații pe minut — rpm. Timpul mediu de căutare pe pistă este egal cu jumătate din perioada unei rotații a discurilor.

La unitățile produse în prezent acest parametru variază între 83 ms (la unitățile cu discuri flexibile) și 5 ms (la unele unități cu discuri fixe). Mărirea vitezei de rotație a discurilor este limitată de necesitatea menținerii unei densități lineare mari pe disc. Totodată, vitezele de rotație mari ridică unele probleme dinamice pentru construcția broșei și privind păstrarea constantă a vitezei. Interfața cap-disc este de asemenea condiționată de viteza de rotație a discului. Astfel contactul cap-disc limitează în prezent viteza de rotație, la unitățile cu discuri flexibile, la 360 rpm.



În cazul capetelor plutitoare, mărirea vitezei discurilor conduce la mărirea presiunilor pe placa portantă (și deci la mărirea distanței cap-disc), făcând astfel necesare forțe de încărcare mari sau forme speciale ale plăcii portante. Vitezele de rotație curent utilizate la unitățile de discuri rigide și capete plutitoare sînt 2 400, 3 000 și 3 600 rpm.

Viteza de transfer rezultă din frecvența semnalului la capetele de scriere/citire și este condiționată, deci, de densitatea lineară și de viteza de rotație a discurilor. Odată cu mărirea acestor doi parametri, a crescut și viteza de transfer atîngînd, la unitățile performante din ultimii ani, valori de peste 1 megaocteți pe secundă (*Moct/s*).

**Precizia alinierii radiale. Interschimbabilitatea discurilor.** Alinierea radială a capetelor este deosebit de importantă pentru buna funcționare a unităților de discuri (cu capete mobile), precizia alinierii determinînd în ultimă instanță densitatea radială maximă. Precizia alinierii radiale nu este, de obicei, indicată explicit alături de ceilalți parametri ai unității.

În general, eroarea de aliniere a capetelor (față de pozițiile nominale pe centrele pistelor) trebuie limitată la o valoare reprezentînd  $\pm 20\%$  din lățimea pistei. Această limitare este stabilită avînd în vedere pierderile de semnal și influența pistelor vecine. Eroarea totală de aliniere include toleranțele statice și dinamice specifice mai multor subansambluri ale unității:

1. *Toleranțe statice* (mecanice) ale unităților — rezultă din însușirea toleranțelor mecanice de execuție și de montare (reglare) a pieselor și subansamblelor pe platină.

De fapt, pentru a evita impunerea unor toleranțe extrem de strînse la execuția mecanică a pieselor, la unitățile cu discuri amovibile se recurge la o reglare finală a poziției capetelor față de un disc (pachet) etalon. Precizia acestei operații (denumită „alinierea capetelor”) determină deci toleranțele statice ale unității.

2. *Toleranțe dinamice* ale unităților determinate de:

- bătăi la nivelul broșei;
- efecte termice — dilatări diferite ale pieselor, în special platină și disc;
- vibrații ale elementelor subansamblelor fixate pe platină.

3. *Precizia de poziționare* este un parametru specific sistemului de poziționare și include atît toleranțe dinamice cît și statice.

Modalitățile de reducere a acestor toleranțe sau de eliminare a efectului lor sînt specifice diferitelor tipuri de unități (ele vor fi subliniate și în cap. 2.3). Trebuie însă remarcate aici implicațiile interschimbabilității discurilor asupra preciziei alinierii capetelor. Prin montarea discurilor pe unități diferite, toleranțele statice (mecanice) și dinamice ale acestora se pot însuma, ele avînd o pondere mare în totalul erorii de aliniere. Interschimbabilitatea creează și erori de aliniere datorate toleranțelor la centrarea suportului pe broșă. Efectul toleranțelor statice și dinamice ale unităților a fost în mare parte eliminat prin utilizarea după 1970 a feței de înregistrare și a capului servo (ceea ce a însemnat mutarea referinței traductorului de poziție chiar pe suport). Aceasta nu a rezolvat însă și problema toleranțelor de aliniere relativă a capetelor de scriere/citire față de capul servo. Eliminarea efectului acestora necesită



existența traductorului de poziție (a informației servo) pe fiecare față de înregistrare.

În cazul unităților cu discuri fixe, eroarea de aliniere a capetelor este dată doar de precizia de poziționare și toleranțele dinamice ale unității. Și la aceste unități se recurge în prezent la înscrierea informației servo pe una din fețele de înregistrare pentru a elimina efectul toleranțelor dinamice ale unității.

Problemele ridicate de precizia alinierii radiale a capetelor devin tot mai acute dată fiind tendința de mărire a densității radiale. Astfel, de exemplu, la densitatea de 370 tpi, lățimea pistei fiind de cca 0,05 mm, eroarea totală de aliniere trebuie să nu depășească 0,01 mm.

### 2.3. Tipuri de unități de discuri

Efortul continuu de perfecționare, de pe o parte, extinderea și diversificarea utilizărilor, pe de altă parte, au condus la o multitudine de tipuri de unități de discuri magnetice. Diversitatea soluțiilor constructive și funcționale adoptate pentru subansamblele specifice fac posibile clasificări ca aceea în tabelul 2.2. din anexă, vol. 2, pag. 207.

**Tabelul 2.2 volumul 2, pag. 207**

Un criteriu important de clasificare îl constituie și capacitatea, unitățile de discuri magnetice fiind produse într-o gamă largă de capacități de la foarte mari la mici și foarte mici.

Principalele tipuri de unități de discuri magnetice sînt prezentate în tabelul 2.3, conceput pe baza unei clasificări generale ținînd cont de capacitate, tipul de suport și celelalte clasificări enumerate mai sus. Tabelul 2.3 din anexă, vol. 2, pag. 208 conține caracteristicile tehnice reprezentative, exemple de modele și firme producătoare și domenii specifice de utilizare. Tabelul se referă în principal la tipurile de unități de discuri magnetice elaborate și produse în perioada ultimilor 10 ani și utilizate în prezent în lume. Sînt prezentate, totuși, și unele tipuri mai vechi a căror producere și utilizare a încetat datorită apariției unor noi generații sau unor noi tipuri de unități. Ele sînt amintite ca termen de referință și pentru a completa imaginea evoluției.

**Tabelul 2.3 volumul 2, pag. 208**

În continuare vor fi prezentate pe scurt principalele tipuri de unități cu discuri magnetice, insistînd asupra particularităților constructive funcționale, de utilizare.

#### 2.3.1. Unități de discuri magnetice cu pachet amovibil

Unitățile cu pachet amovibil sînt unități de performanțe ridicate utilizînd discuri rigide și capete plutitoare mobile, afectate cîte unul fiecărei fețe de înregistrare. Capacitățile pot atinge 300 Moct cu densități de pînă la 400 tpi și 6 000 bpi. Timpul mediu de poziționare este de cca 30 ms, iar timpul mediu de căutare pe pistă sub 12,5 ms. Unitățile cu pa-



chet amovibil constituie tipul de unități de discuri magnetice cel mai răspândit în configurațiile calculatoarelor mari și medii.

Pachetul amovibil conține mai multe (5—12) discuri standard cu diametrul 14 inch (356 mm) și grosimea de 1,27 mm. Zona standard de înregistrare pe disc este cuprinsă între diametrele 228,6 mm și 330,2 mm. Între aceste limite, pachetul poate conține de la 200 la 800 de cilindri, în funcție de densitatea radială.

Discurile au ambele fețe utilizabile pentru înregistrare cu excepția discului superior și a celui inferior (doar o față). Acestea din urmă sînt dublate, pentru rigidizare, de cîte un disc suplimentar. Discul suplimentar adiacent discului inferior este prevăzut (la pachetele de 7 și 29 Mocht) cu creștături de index și sector. Pachetul este protejat mecanic de o cutie din material plastic. Discurile, distanțate la 8,9 mm sînt fixate prin strîngere cu șuruburi de o piesă centrală. Aceasta conține suprafața conică de așezare pe broșă și mecanismul de cuplare a pachetului cu broșa precum și a capacului superior cu pachetul. Pachetul se montează pe unitate împreună cu capacul care, după strîngerea pe broșă, este îndepărtat.

Unitățile cu pachet amovibil reprezintă cel mai complex tip de unitate de discuri din punct de vedere constructiv și funcțional. Structura lor cuprinde: broșa și ansamblul de antrenare; traductorii de index și sector cu circuitele de amplificare, detectare și cele de verificare sau reglare a vitezei discurilor; blocul capetelor de scriere-citire plutitoare (cu lagăr aerodinamic) și circuitele de scriere citire; sistemul de poziționare a capetelor cu subansamblele sale electromecanice și cu blocul de servocomandă; mecanismul periilor de curățire a discurilor; sistemul de ventilație și răcire; blocurile logice de comandă (fig. 2.4). Complexitatea și nivelul de performanță al acestor subansamble specifice sînt cerute de numărul mare de discuri și interschimbabilitatea lor, pe de o parte, de densitățile mari de înregistrare și timpul de acces redus, pe de altă parte. Unitățile cu pachet amovibil sînt de obicei realizate sub forma unui cabinet pe al cărui șasiu sînt fixate cele 3 categorii de subansamble: 1) platina pe care sînt montate dispozitivele mecanice și electromecanice; 2) poarta sau sertarele conținînd blocurile electronice și 3) alte subansamble (sursa de alimentare, sistemul de ventilație etc.).

De la introducerea conceptului de memorie cu pachet amovibil în 1963 (IBM2311) performanțele unităților de acest tip au crescut continuu, înregistrîndu-se pînă în prezent mai multe „generații”. Aceste generații, caracterizate printr-un anumit nivel tehnologic și de performanță, sînt în general, definite de unitatea IBM corespunzătoare.

**Unitățile de 7 Mocht — tip IBM 2311** (tehnologie 2311). Pachetul standard (tip IBM 1316) conține 6 discuri cu 10 fețe de înregistrare. Discul suplimentar, adiacent discului inferior, conține creștăturile index și sector. Pachetul acționează ca o pompă centrifugală aspirînd aerul de la bază și împingîndu-l spre exterior printre discuri. Atît la baza pachetului, cît și pe platina unității, în jurul broșei, sînt montate filtre de aer.

Dispozitivul de poziționare este realizat cu motor hidraulic, cu motor rotativ de curent continuu sau, în unitățile elaborate la sfîrșitul anilor '60, cu motor linear de curent continuu. Sistemul de servocomandă este, de obicei, de tipul cu reglare bipozițională. Traductorii de poziție



(100 tpi) atașați carului sînt optici sau magnetici. Blocarea pe pistă se face electromecanic, cu clichet. Întreg ansamblul de poziționare realizează timpi medii de poziționare relativ mari — între 80 și 40 ms.

Capetele de înregistrare de 1 100 bpi au plăci portante circular asimetrice din metal sau ABS, cu miezurile de scriere/citire și de ștergere

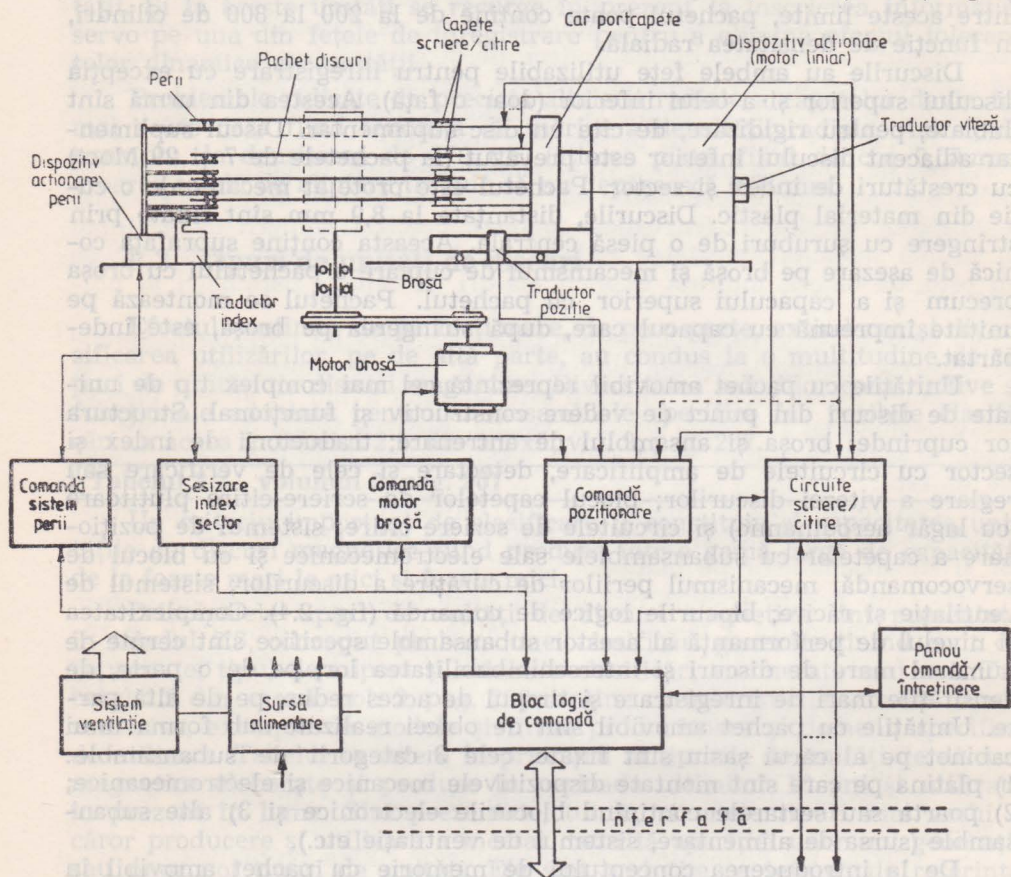


Fig. 2.4. Unitate de discuri cu pachet amovibil:

a — structura unității;

înglobate. Încărcarea capetelor se face, la majoritatea unităților de acest tip, cu o camă comună care acționează tijele Y asociate brațelor capetelor. Circuitele de amplificare, sînt amplasate în apropierea capetelor pe două plăci imprimate fixate pe platină. Se utilizează codul dublă frecvență.

Viteza de rotație a discurilor este 2 400 rpm iar viteza de transfer corespunzătoare densității de 1 100 bpi este 156 koct/s.

Unitățile cu pachet amovibil de 7 Moct au fost utilizate pînă spre mijlocul anilor '70, în prezent fiind înlocuite de tipurile mai noi.

**Unități de 29 Moct — tip IBM 2314 (tehnologie 2314).** Sporirea capacității s-a obținut prin dublarea densității lineare: 2 200 bpi și dublarea



numărului de discuri. Unele firme printre care și RCD (R.S.R.) produc acest tip de unitate și cu densitate radială dublă — 200 tpi ceea ce mărește capacitatea la 58 Moct.

Pachetul standard de 29 Moct (fig. 2.4, b tip IBM 2316) are 11 discuri discuri (20 fețe de înregistrare) — Elementele de centrare, fixare pe

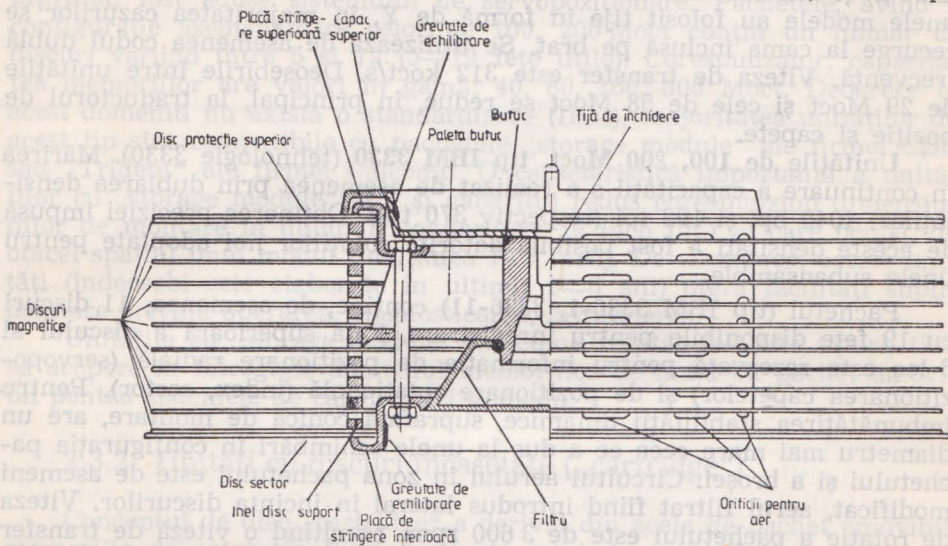


Fig. 2.4.

b — secțiune prin pachet.

broșă, configurația circuitului aerului și discul index sector, sînt preluate de la pachetele de 7 Moct.

Pentru poziționare se utilizează motorul linear, aceleași tipuri de traductoare de poziție (cu densitatea 100 și 200 tpi), iar sistemul de ser-

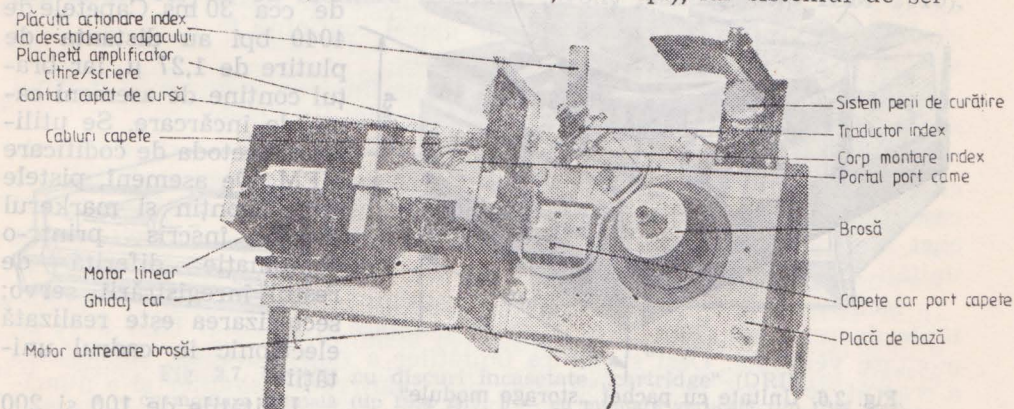


Fig. 2.5. Platina și subansamblurile electromecanice ale unei unități cu pachet amovibil (BASF 6114).

vocomandă, mai perfecționat (realizat cu circuite integrate lineare) realizează și funcțiunea de blocare pe pistă („track following“), eliminînd clichetul acționat electric. Întreg ansamblul sistemului de poziționare apare



mult simplificat din punct de vedere mecanic, este mai fiabil și permite timpi medii de poziționare de 28—40 ms. Densitatea de 2 200 bpi este obținută atât prin micșorarea grosimii acoperirii feromagnetice a discurilor cât și prin realizarea capetelor cu distanță de plutire mai mică ( $2,29 \mu$ ) și întrefier mai mic. În ceea ce privește încărcarea capetelor, deși unele modele au folosit tije în formă de Y, în majoritatea cazurilor se recurge la cama inclusă pe braț. Se utilizează de asemenea codul dublă frecvență. Viteza de transfer este 312 koct/s. Deosebirile între unitățile de 29 Moct și cele de 58 Moct se reduc, în principal, la traductorul de poziție și capete.

**Unitățile de 100, 200 Moct, tip IBM 3330** (tehnologie 3330). Mărirea în continuare a capacității s-a realizat de asemenea prin dublarea densităților: 4040 bpi și 192 tpi (respectiv 370 tpi). Obținerea preciziei impusă de aceste densități a fost posibilă datorită soluțiilor noi adoptate pentru unele subansamble.

Pachetul (tip IBM 3336-1, 3336-11) conține, de asemenea, 11 discuri cu 19 fețe disponibile pentru înregistrare. Fața superioară a discului al 6-lea este rezervată pentru informația de poziționare radială (servoposiționarea capetelor) și de poziționare rotațională (index, sector). Pentru îmbunătățirea stabilității dinamice, suprafața conică de montare, are un diametru mai mare ceea ce a dus la unele schimbări în configurația pachetului și a broșei. Circuitul aerului în zona pachetului este de asemeni modificat, aerul filtrat fiind introdus lateral în incinta discurilor. Viteza de rotație a pachetului este de 3 600 rpm, rezultând o viteză de transfer de 806 koct/s.

În ceea ce privește sistemul de poziționare (de asemeni cu motor cc linear) roful de traductor de poziție este preluat de fața servo preîn-

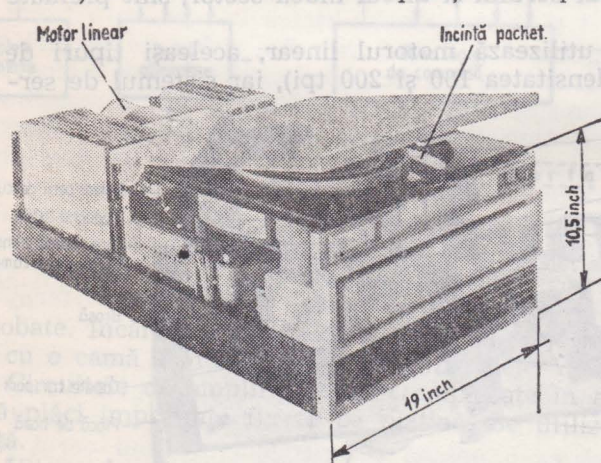


Fig. 2.6. Unitate cu pachet „storage module” (Ball-BD 80-80 Moct).

registrată și capul de citire corespunzător. Timpul mediu de poziționare este de cca 30 ms. Capetele de 4040 bpi au distanța de plutire de  $1,27 \mu$ , iar brațul conține de asemeni cama de încărcare. Se utilizează metoda de codificare MFM. De asemeni, pistele servo conțin și markerul index înscris printr-o combinație diferită de restul înregistrării servo; sectorizarea este realizată electronic în cadrul unității.

Unitățile de 100 și 200 Moct a fost lansate în 1970.

În prezent ele constituie cele mai răspândite memorii în discuri în configurațiile mari și medii ale sistemelor de calcul.

**Unitățile cu „storage module” (SMD).** Au apărut la scurt timp după unitățile de 100 și 200 Moct preluând de la acestea soluțiile tehnologice



de bază. O serie de trăsături specifice le conferă totuși caracterul de nouă generație.

Astfel majoritatea acestor memorii realizează densități mărite (6 000 bpi și, în unele cazuri, 480 tpi). De asemenea o serie de îmbunătățiri au fost aduse sistemului de servopозиționare. Pachetele, avînd o configurație asemănătoare celor de 100, 200 Moct conțin un număr de discuri variînd între 5 și 12 (5—19 fețe utile). Corespunzător, capacitatea memoriilor are valori în gama: 40, 80, 160, 300 Moct. Deoarece în acest domeniu nu exista o standardizare (IBM), majoritatea unităților de acest tip sînt compatibile cu pachetele „storage module” ale firmei CDC sau „Trident” ale firmei Calcomp. O caracteristică importantă a unităților cu „storage module” este și gabaritul redus corespunzînd dimensiunilor de montare în dulapul standard de 19 inch (in.) în care ocupă, de obicei spațiul unui modul (înălțimea 10,5 inch). De asemenea, aceste unități (îndeosebi cele elaborate în ultimii 2—3 ani) oferă facilități suplimentare privind operarea, diagnosticarea, întreținerea.

Unitățile cu „storage module” înlocuind treptat celelalte tipuri, tind să acopere în întregime domeniul memoriilor de masă cu pachet amovibil pentru sistemele de calcul mari și medii.

### 2.3.2. Unități cu discuri încasetate („cartridge”)

Conceptul de disc „cartridge” a derivat din acela de pachet amovibil, memoriile de acest tip fiind destinate unui domeniu de capacități mai mici: 3—24 Moct (extins în prezent pînă la 50 și 80 Moct).

Caseta cartridge conține un singur disc rigid ( $\varnothing$  14 inch) de tipul celor folosite în pachetele amovibile. Discul se fixează în unitate împreună cu caseta, operația de montare fiind în general mai simplă decît în cazul pachetelor amovibile. Există casete cu montare verticală, „top loading” (tip IBM 5440) și cu montare frontală, „front loading” (tip IBM 2315).

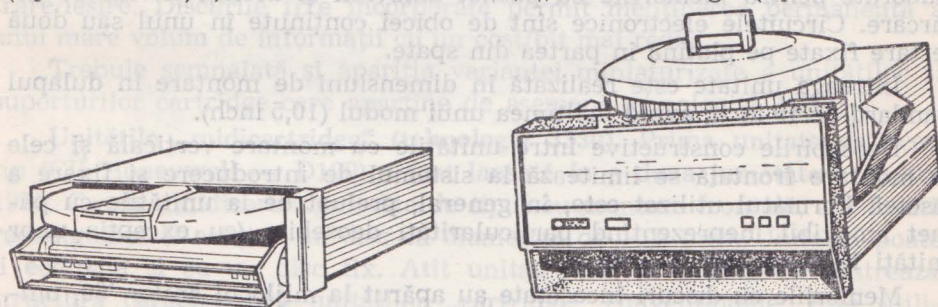


Fig. 2.7. Unități cu discuri încasetate „cartridge” (DRI):  
a — cu montare frontală (tip IBM 2310); b — cu montare verticală (tip IBM 5440).

Trebuie remarcat că aceste tipuri de casete conțin discuri de tipuri diferite în funcție de densitățile de înregistrare realizate de unitate. După centrarea și fixarea pe broșă a discului, acesta se poate roti liber în interiorul casei care rămîne fixată pe unitate. În pereții laterali ai casei sînt prevăzute decupări care permit accesul capetelor de scriere citire,



al periilor de ștergere (în cazul casetelor cu montare verticală) și al aerului. Unele modele de unități cu discuri încasetate conțin și unul sau mai multe discuri fixe situate pe axul broșei sub discul amovibil, mărindu-se astfel capacitatea unității.

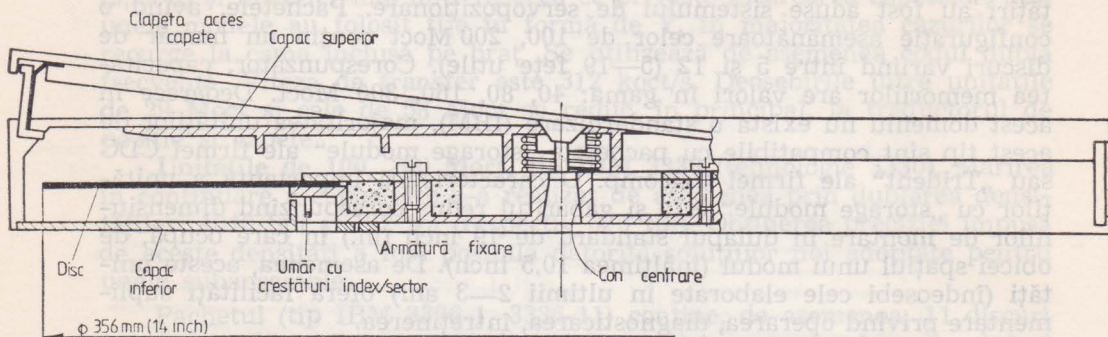


Fig. 2.8. Casetă „cartridge” cu montare frontală (tip IBM 2315) după standard ISO/TC97/SC10/109.

Structura unităților cu discuri încasetate este practic identică cu cea a unităților cu pachet amovibil, cuprinzând toate tipurile de subansamble întâlnite și la acestea. Modificările, în general în sensul simplificării, au rezultat din folosirea unui număr mai mic de discuri (iar în unele cazuri și din opțiunea performanță și cost redus). Astfel construcția broșei este mai puțin pretențioasă, iar fixarea discului se realizează cu magnet permanent. În ceea ce privește sistemul de poziționare, masa mobilă redusă (doar 4 capete) permite obținerea timpului de acces de 30—40 ms cu o putere mai mică, deci dimensiuni reduse ale motorului, curent mai mic, etc. Se utilizează seriile de capete de 1 100, 2 200, 4 040 bpi elaborate pentru memoriile cu pachet amovibil și același sistem de încărcare. Circuitele electronice sînt de obicei conținute în unul sau două sertare fixate pe platină în partea din spate.

Întreaga unitate este realizată în dimensiuni de montare în dulapul standard de 19 inch, avînd înălțimea unui modul (10,5 inch).

Deosebirile constructive între unitățile cu montare verticală și cele cu montare frontală se limitează la sistemul de introducere și fixare a casetei. Formatul utilizat este, în general, preluat de la unitățile cu pachet amovibil, neprezentînd particularități deosebite (cu excepția unor unități în tehnologie 3 330).

Memoriile cu discuri încasetate au apărut la mijlocul anilor '60, unitățile de referință fiind IBM 2310 cu montare frontală și IBM 5444 cu montare verticală. Deși structura unităților a rămas aceeași, capacitatea a crescut de la 1,5 Moct la 80 Moct prin mărirea densităților și a numărului de discuri fixe. În evoluția memoriilor cu discuri încasetate se disting generațiile caracteristice unităților cu pachet amovibil de la care au fost preluate elementele tehnologice de bază (interfața cap-disc, sistemul de poziționare):

Unitățile „cartridge” 1,5 și 3,1 Moct — tehnologie 2311 și unitățile „cartridge” 3—12 Moct — tehnologie 2314. Se produc de obicei în ambele



variante, cu montare verticală și cu montare frontală. Unele modele ating capacitatea de 24 Moct prin utilizarea a 3 discuri fixe, sau a capetelor de 4040 bpi.

**Unitățile „cartridge“ peste 24 Moct — tehnologie 3330.** Aceste unități utilizează toate elementele specifice tehnologiei 3330 și SMD: capete de 4 040 sau 6 000 bpi, viteză de rotație a discului de 3 000 și 3 600 rpm, față și cap servo, codificare MFM, sincronizare ceas după semnalele servo etc. Afectarea unei fețe de înregistrare pentru informația servo și, în general, tendința de a mări capacitatea au condus la folosirea mai multor discuri fixe (pînă la trei) la majoritatea unităților de acest tip. Capacitatea obținută cu o casetă și 3 discuri fixe este de cca 80 Moct. Pe de altă parte, numărul relativ mic de discuri în comparație cu pachetele amovibile, a determinat căutarea unor soluții prin care să se evite pierderea unei întregi fețe utile pentru informații servo. Astfel, unitatea VRC 5017 utilizează metoda ISTF — înscrierea informației servo în spațiile intersector — care, de altfel, permite și o mai bună precizie de poziționare. Prin mărirea densității radiale la 500 tpi și prin folosirea tuturor fețelor se obține capacitatea de 52 Moct (casetă plus 1 disc fix). Pe discuri sînt preînregistrate formatul (50 sectoare a cîte 256 octeți utili) și informația servo care nu este accesibilă utilizatorului.

Majoritatea unităților „cartridge“ cu capacitatea peste 24 Moct sînt prevăzute cu montare verticală a casetei. Acest tip de unități tind în prezent să înlocuiască unitățile din generația precedentă de capacități mai mici.

Domeniul specific de aplicare a memoriilor cu discuri cartridge, îl constituie sistemele de calcul medii și mici fiind utilizate ca memorie externă (fixă și amovibilă), disc sistem și, în mai mică măsură pentru intrare/ieșire. Discurile fixe încorporate permit menținerea permanentă a unui mare volum de informații cu un cost/bit mai redus.

Trebuie semnalată și apariția variantei miniaturizate a unităților și suporturilor cartridge care aparține de asemeni tehnologiei 3 330:

**Unitățile „midicartridge“ (tehnologie 3330).** Prima unitate de acest tip (CII Honeywell — D120) a fost lansată în a doua jumătate a anului 1978. Casetă „midicartridge“ este de tipul cu montare frontală, are formă rectangulară și conține un disc cu diametrul de 10,5 inch. Unitatea poate fi echipată și cu un disc fix. Atît unitatea cît și minicasetă păstrează structura caracteristică unităților „cartridge“ convenționale. Este utilizată tehnologia 3330 cu ultimele perfecționări. Capetele de scriere/citire sînt asemănătoare capetelor de 4 040 bpi, dar adaptate vitezei liniare mai mici a discului. Sistemul de servopозиționare cu motor linear utilizează metoda ISTF amintită mai sus, obținîndu-se astfel densitatea radială de 500 tpi și timpul mediu de poziționare de 75 ms. Cu densitățile amintite capacitatea casetei este de 10 Moct, iar a unei unități cu un disc fix — 20 Moct. Trebuie remarcat că aceste capacități, mai mari decît ale unităților „cartridge“ convenționale în tehnologie 2314, sînt obținute în-



tr-un gabarit mult redus atât al unității cât și al casetei (de peste 2 ori mai mic).

Unitățile midicartridge sînt destinate utilizării în sistemele de calcul bancare, minicalculatoare, terminale etc.

### 2.3.3. Unități cu pachet „data module“

Pachetul „data module“, denumit și Winchester, este un pachet amovibil conținînd nu numai discurile, ci și ansamblul capetelor de scriere/citire și broșa. Prin această soluție se obține o îmbinare a avantajelor interschimbabilității cu avantajele specifice discurilor fixe: protejarea discurilor împotriva contaminării și reducerea erorilor de aliniere a capetelor. Se elimină, de asemenea, operația dificilă a alinierii capetelor și se reduce costul unității.

Elementul cel mai important al tehnologiei elaborate pentru acest tip de memorii (*tehnologia Winchester*) este interfața cap-disc cu contact temporar, (care preia unele soluții de principiu utilizate anterior în unele unități cu discuri fixe). Capul Winchester cu placă portantă („tri-rail“) din ferită și cu forță de încărcare foarte mică, precum și acoperirea discurilor permit contactul cap-disc în timpul pornirii și opririi discurilor. În acest fel se elimină operația de introducere-retragere și de încărcare a capetelor, simplificîndu-se brațul port cap și scurtîndu-se cursa motorului de poziționare. Densitatea obținută este de 5 600 bpi.

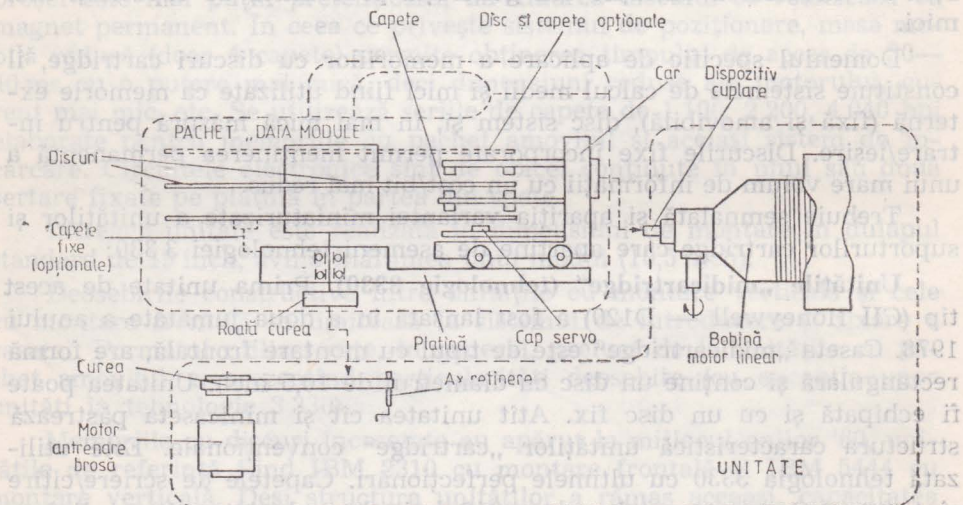


Fig. 2.9. Configurația unității și a pachetului „data module“ (IBM 3340).

Pe un suport sînt fixate două ansambluri cap-braț elastic precum și matricea cu diode de selecție a capetelor.

Sistemul de poziționare utilizează un motor liniar cu bobină scurtă cu rigiditatea mărită, traductor și cap servo și un sistem de servocomandă perfecționat, derivat din tehnologia 3330.



Densitatea radială este 300 tpi, iar timpul mediu de poziționare este sensibil redus — 25 ms (datorită și cursei micșorate prin afectarea a două capete pentru o față). Pe lângă codul de corecție ECC (erori pînă la 3 biți), formatul de înregistrare utilizat la „data module” conține informații pentru evitarea zonelor cu defecte fizice de pe disc („defect skipping”) această operație fiind comandată de un microprogram atașat, independent de software.

Structura pachetului, „data module” amintește de ansamblul platină de la celelalte unități de discuri. Pe o placă de bază turnată din aliaj de aluminiu sînt fixate corpul broșei port discuri și căile de rulare cilindrice pentru carul port capete. În realizarea ansamblului s-a avut în vedere un compromis între o rigiditate suficient de mare și o greutate și un cost redus. Carcasa din material plastic care asigură protecția mecanică și împotriva contaminării este montată pe placa de bază prin intermediul unor amortizori.

Interfața pachet-unitate se caracterizează printr-o mare complexitate dat fiind numărul mare de subansamble care trebuie cuplate (instalarea curelei pe roata de curea a broșei, cuplarea carului port-capete cu bobina motorului, conectarea electrică a capetelor și cuplarea la circuitul de aer al unității) [37].

Cu densitățile amintite, capacitatea pachetelor „data module” este de 35 Moct (cu 2 discuri, deci 3 fețe de înregistrare utile) și de 70 Moct (cu 4 discuri). Se produc de asemenea și pachete prevăzute cu capete fixe pe una din fețe (0,5 Moct). Pe o unitate se poate monta oricare din aceste tipuri de „data module”.

Unitățile cu „data module” au apărut în 1973, unitatea de referință fiind IBM 3340 (cu pachetul IBM 3348) care, de altfel, a impus standardizarea. În anii care au urmat aceste memorii au cunoscut o puternică dezvoltare. Utilizarea lor este specifică sistemelor de putere mare și medie putînd înlocui unitățile cu pachet amovibil de 29 Moct sau 100 Moct și oferind o siguranță mai mare a informației înmagazinate. Pachetele cu extensie — capete fixe permit efectuarea unor operații cu un timp de acces redus. La avantajele semnalate mai sus, se asociază totuși o serie de dezavantaje inerente conceptului, „data module”: costul ridicat al pachetului, complexitatea mecanică a interfeței pachet-unitate. În ultimii 2—3 ani aceste dezavantaje au limitat într-o oarecare măsură extinderea în continuare a acestor memorii.

#### 2.3.4. Unități cu discuri fixe

Memoriile cu discuri fixe constituie primul tip de memorii utilizat în anii '50, înainte de apariția pachetului amovibil. Ele au continuat apoi să fie folosite datorită avantajelor în anumite domenii specifice de aplicații, iar în prezent cunosc o dezvoltare ascendentă. Tuturor tipurilor de unități cu discuri fixe le este caracteristică o anumită simplificare constructivă datorată absenței acelor dispozitive de montare, fixare, centrare, etc., necesare la discurile amovibile. Aceasta face posibilă și etanșei-



zarea incintei discurilor. Un alt avantaj important îl constituie eliminarea erorilor de aliniere a capetelor datorate interschimbabilității.

Unitățile cu discuri fixe se produc într-o mare diversitate de modele, utilizând diferite tehnologii; capacitatea variază de la 1 Moct până la mai mult de 300 Moct. Nu s-a impus vreo standardizare a parametrilor, în mare parte și datorită faptului că discurile nu sînt interschimbabile.

Particularitățile constructive și funcționale vor fi prezentate în continuare în cadrul celor 2 tipuri de unități cu discuri fixe: 1) cu capete fixe și 2) cu capete mobile.

### Unitățile cu discuri fixe și capete fixe

Caracteristic acestor unități este prezența a cîte unui cap fix (a unui întrefier de scriere/citire) pentru fiecare pistă. Simplitatea constructivă este evidentă date fiind neamovibilitatea discului și absența sistemului de poziționare a capetelor. Elementele componente ale unității sînt motorul de antrenare, broșa, pe care este fixat discul și capetele montate pe cele două capace ale unei carcase (corespunzător celor două fețe ale discului). Aceste două capace sînt strînse, etanșînd incinta interioară în care se află discul și capetele. La majoritatea unităților nu există un schimb de aer cu exteriorul, căldura degajată în interior dispîndu-se prin

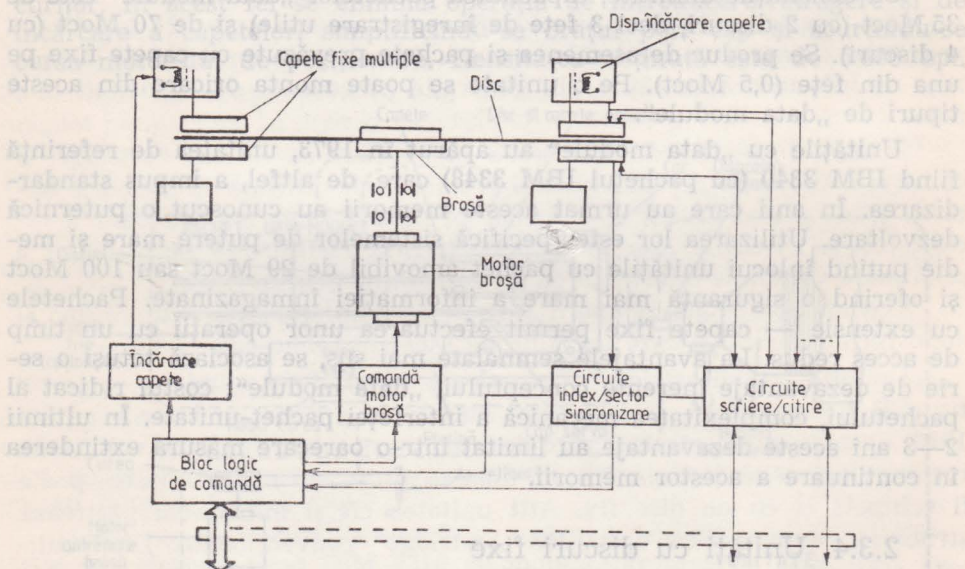


Fig. 2.10. Unități cu discuri fixe și capete fixe: — structura unității.

carcasă. La unele unități există totuși o circulație a aerului, fiind prevăzute la intrare filtre puternice.

Se utilizează de obicei discuri cu diametrul standard (14 inch) dar, în multe cazuri, mai groase, dat fiind forța mare creată în perna de aer a capetelor și necesitatea de a reduce curbura radială a discului (întilnită



la discurile de grosime standard). Pentru antrenarea discului se folosesc atât motoare de curent alternativ cît și motoare de curent continuu servocomandate. La numeroase unități discul este fixat direct pe axul motorului. Viteza de rotație este, în general, de peste 3 000 rpm.

Deoarece capul este elementul de tehnologie cel mai important al acestor unități, performanțele lor depind în mare măsură de tipul de cap folosit. Majoritatea unităților produse pînă în prezent sînt prevăzute cu capete multiple fără contact, cu plăci portante circular asimetrice metalice sau din material plastic și cu miezuri înglobate. Într-o configurație des întîlnită se montau intercalat 16 capete cu cîte 4 sau 8 miezuri, obținându-se capacități de cca 1 Moct. Au fost de asemenea utilizate plăci portante teșite din ferită cu miezuri lipite (IBM 2305). Un exemplu deosebit îl constituie unitatea Borroughs B 9470 la care se folosesc, de asemenea, plăci portante teșite, dar cu miezuri realizate în tehnologia peliculelor subțiri ([38]). Cu 16 capete conținînd cîte 35 de întrefieruri și cu o densitate lineară de 4 900 bpi se obține o capacitate de 6,7 Moct. Pentru încărcarea capetelor enumerate se utilizează electromagneți (fig. 2.11). acționați după ce viteza de rotație a discurilor a atins valoarea nominală.

În ultimii ani se recurge tot mai mult la capete multiple cu contact intermitent (specifice unităților cu discuri fixe) eliminîndu-se mecanismul de încărcare (Sperry Gyroscope BSD400, de exemplu). Sînt, de asemenea,

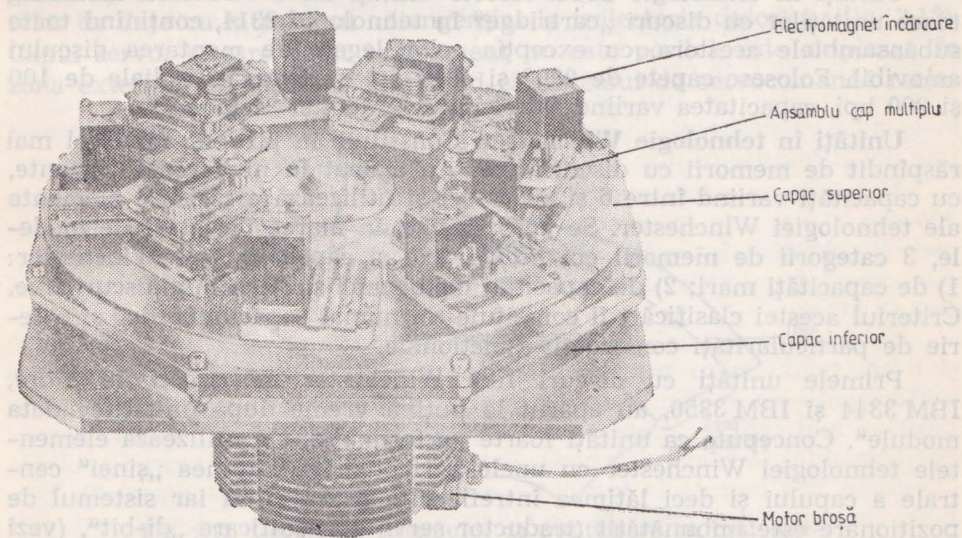


Fig. 2.11. Unitate MOM (DM08B (R.P.U.)).

utilizate și capetele Winchester multiple fixate intercalat pe suporturi anume și avînd cîte 3 miezuri atașate plăcii portante în dreptul fiecărei „șine”. Utilizarea capetelor Winchester aduce avantajul unor densități mari; de asemenea, deoarece au dimensiuni mici, nu sînt afectate de curbura radială a discurilor de grosime standard. În unitatea Data Gene-



ral 6063 plăcile portante Winchester sînt fixate cu ajutorul unui sistem de articulare elastică conceput special pentru o amplasare mai compactă și pentru scurtarea cablului ([39]).

O soluție specifică unităților cu discuri și capete fixe este preînregistrarea semnalului de ceas, precum și a markerilor index și sector pe una sau două piste cărora le sînt afectate cîte un întrefier de scriere-citire.

Unitățile cu discuri fixe și capete fixe oferă două avantaje importante: 1) o fiabilitate ridicată datorită eliminării poziționării capetelor și a etanșezării incintei discurilor (la unitățile din ultimii ani se indică un MTBF de peste 10 000 ore) și 2) un timp de acces redus, deoarece la timpul de căutare pe pistă nu se mai adaugă timpul de poziționare (timp mediu de acces sub 10 ms). Pe de altă parte, costul pe bit al acestor memorii este în general mare, simplitatea constructivă fiind compensată de costul ridicat al capetelor. Se utilizează ca memorii externe cu timp de acces redus, mai ales în sisteme lucrînd cu timp real (de proces, măsurări automate etc.) în time-sharing sau ca extensii ale memoriei operative. De asemenea, se folosesc în aplicații speciale care necesită o siguranță în funcționare ridicată.

### Unități cu discuri fixe și capete mobile

La acest tip de unități fiecărei fețe de înregistrare îi sînt afectate unul sau două capete, fiind deci necesară poziționarea lor.

**Unități în tehnologie 2314.** Aceste unități au o structură asemănătoare unităților cu discuri „cartridge” în tehnologie 2314, conținînd toate subansamblele acestora, cu excepția celor legate de montarea discului amovibil. Folosesc capete de 2200 și 4040 bpi și densități radiale de 100 și 200 bpi, capacitatea variînd astfel între 3 Moct și 24 Moct.

**Unități în tehnologie Winchester.** Constituie în prezent tipul cel mai răspîndit de memorii cu discuri fixe. Au apărut în numeroase variante, cu capacități variînd între 6 și 600 Moct și utilizează o serie de elemente ale tehnologiei Winchester. Se pot distinge, în marea varietate de modele, 3 categorii de memorii cu discuri fixe și capete mobile Winchester: 1) de capacități mari; 2) de capacități medii-mici și 3) cu minidiscuri fixe. Criteriul acestei clasificări îl constituie nu numai capacitatea dar și o serie de particularități constructiv-funcționale.

Primele unități cu discuri fixe Winchester de *capacitate mare*, IBM 3344 și IBM 3350, au apărut la puțină vreme după unitățile „data module”. Concepute ca unități foarte performante, ele utilizează elementele tehnologiei Winchester cu unele perfecționări. Lățimea „șinei” centrale a capului și deci lățimea întrefierului este redusă iar sistemul de poziționare este îmbunătățit (traductor servo cu codificare „di-bit”, (vezi par. 2.5.3, fig. 2.66), regulator de viteză evoluat), atît pentru a mări densitatea radială (la 478 tpi), cît și pentru a putea deplasa mai multe capete într-un timp redus (timp mediu de poziționare 22 ms). La una din fețele de înregistrare este atașat și un ansamblu cu capete fixe Winchester cu o capacitate de cca 1 Moct.

În ultimii ani unități cu discuri Winchester, cu capacități între 160 și 635 Moct sînt produse și de alte firme.



Cea mai recentă unitate de acest tip, IBM 3370, utilizează capete cu 2 șine și cu pelicule subțiri (tehnologie Winchester cu pelicule subțiri). Densitatea liniară depășește 10 000 bpi, iar cea radială, 600 tpi.

Unitățile cu discuri fixe Winchester de *capacitate medie* (de la 6 Moct la 80 Moct) au apărut, de asemenea, după anul 1975 fiind în prezent produse într-o mare varietate de modele. Ele au preluat tehnologia Winchester la nivelul de performanță obținut la „data module“ (5 600 bpi și 300 tpi) adoptând-o cerințelor unei memorii de cost cât mai redus, specifică aplicațiilor „mini“. Utilizează capetele Winchester, metoda MFM, discurile Winchester cu viteza de rotație de 3 000 rpm și un sistem de poziționare utilizând fața servo corespunzătoare densității de 300 tpi și cursa de poziționare redusă la jumătate prin afectarea a 2 capete pe față.

În ceea ce privește dispozitivul de poziționare, trebuie semnalate unele particularități. O serie de unități folosesc motorul linear convențional cu deplasare radială. În foarte multe cazuri însă acesta este înlocuit cu un dispozitiv cu braț oscilant capetele deplasându-se pe un arc de cerc aproximativ radial. Geometria acestui dispozitiv ține cont, pe de o parte de lungimea redusă a brațului (din considerente dinamice), iar pe de altă parte de efectele negative ale variației unghiului dintre axa capului și tangenta la pistă (care afectează înălțimea de plutire a capului, uzura în timpul contactului cu discul, și densitatea efectivă a înregistrării). Această variație este menținută sub  $13,5^\circ$ , prin montarea capetelor de date cu întrefierul netangential la traiectoria descrisă. (fig. 2.12). Capul servo, la care acest aranjament nu este posibil, este amplasat în zona exterioară a discului. Dat fiind că sistemul de servocomandă recla-

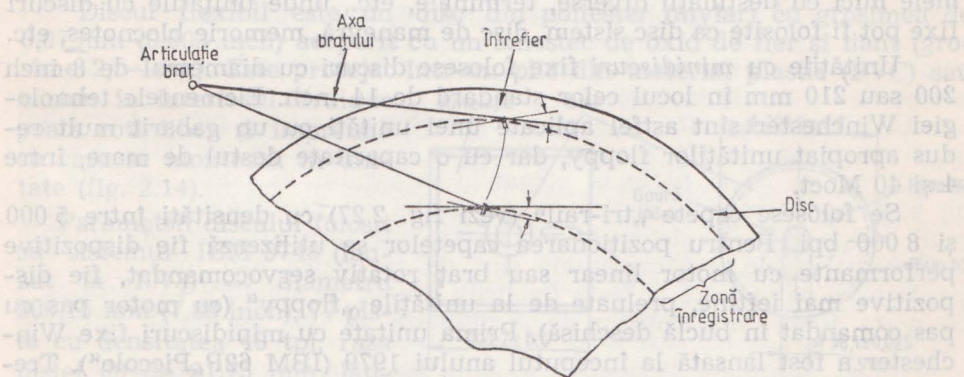


Fig. 2.12. Geometria sistemului de poziționare cu braț oscilant.

mă un pas unghiular constant ( $0,001445 \text{ rad}$ ) al brațului, densitatea radială a pistelor variază. În schimb raportul dintre lățimea pistelor și pas se păstrează de-a lungul razei, neafectând astfel înregistrarea. Bobina mobilă a motorului linear este atașată la celălalt capăt al brațului oscilant. Această configurație a dispozitivului de poziționare prezintă avan-



tajul unei mai bune echilibrări dinamice, micșorarea inerției ansamblului mobil și permite o simplificare constructivă și o reducere a gabaritului unității. Soluția a fost folosită pentru prima dată la memoria cu disc fix pentru sistemul IBM32. Dispozitivul de poziționare era conceput având în vedere un cost minim și un timp mediu de poziționare modest (72 ms). Ulterior, în numeroase alte unități utilizând brațul oscilant cu motor linear, timpul de poziționare a fost sensibil redus. O soluție particulară este adoptată în unitățile Shugart SA4000 unde brațul oscilant este acționat de un motor pas cu pas în buclă deschisă. Timpul de poziționare este, evident, mare (timpul mediu — 87 ms) iar densitatea radială mai mică (172 tpi), dar prin folosirea ambelor fețe se obține o capacitate de 14,5 Moct pe disc și un cost sensibil redus.

Discul fix și dispozitivul de poziționare (linear sau oscilant) sînt situate într-o incintă etanșă formată de platină și un capac de plastic. Pe platină sînt amplasate de asemenea (de obicei în spate) motorul de antrenare a discului, sursa de alimentare și plachetele conținînd circuitele electronice. Întreaga unitate este realizată în dimensiuni de gabarit reduse.

Prima unitate Winchester din această categorie (IBM, system 32) are capacitatea de 9 Moct, utilizînd un disc (o față). Unitățile produse în ultimii ani, realizează capacități mult mai mari (pînă la 80 Moct) prin mărirea numărului de discuri fixe (două, trei sau chiar patru) sau mărirea numărului de piste. Siguranța în funcționare este sensibil sporită; în mod curent se indică un MTBF de peste 8 000 de ore și o rată a erorilor hard de  $10^{-13}$  biți. Costul de bit redus și fiabilitatea explică interesul deosebit de care se bucură în prezent acest tip de unități. Domeniul specific de utilizare îl constituie minicalculatoarele și sistemele mici cu destinații diverse, terminale, etc., unde unitățile cu discuri fixe pot fi folosite ca disc sistem, disc de manevră, memorie blocnotes, etc.

Unitățile cu *minidiscuri* fixe folosesc discuri cu diametrul de 8 inch 200 sau 210 mm în locul celor standard de 14 inch. Elementele tehnologiei Winchester sînt astfel aplicate unei unități cu un gabarit mult redus apropiat unităților floppy, dar cu o capacitate destul de mare, între 4 și 40 Moct.

Se folosesc capete „tri-rail“ (vezi fig. 2.27) cu densități între 5 000 și 8 000 bpi. Pentru poziționarea capetelor se utilizează fie dispozitive performante cu motor linear sau braț rotativ servocomandat, fie dispozitive mai ieftine, preluate de la unitățile „floppy“ (cu motor pas cu pas comandat în buclă deschisă). Prima unitate cu minidiscuri fixe Winchester a fost lansată la începutul anului 1979 (IBM 62P, „Piccolo“). Trebuie consemnată și apariția în 1980 a unităților cu *microdiscuri fixe Winchester* (discuri cu  $\Phi 5\frac{1}{4}$  inch). Unitatea Shugart Tehnology ST 500 are o capacitate de 6,3 Moct utilizînd 2 discuri cu densitățile 7960 bpi și 254 tpi.

O problemă generală a utilizării tuturor tipurilor de unități cu discuri fixe Winchester o constituie necesitatea asigurării în configurația sistemului a unei memorii cu suport amovibil care să îndeplinească funcția de intrare/ieșire și cea de copiere a datelor pe și de pe discul fix



(„back-up“). În funcție de capacitatea discurilor fixe se recomandă utilizarea unităților cu discuri flexibile, a unităților cu cartuș cu bandă magnetică sau a unităților de bandă cu role. ([13], [14]). S-au elaborat și echipamente specializate pentru această funcție: unitățile de bandă „streamers” și deruloarele cu cartuș DC-600(3M). Unitățile cu discuri fixe și cele cu suport amovibil sînt de obicei cuplate la aceeași unitate de legătură, formînd împreună subsistemul de memorie externă. Arhitectura unui astfel de subsistem discuri fixe — discuri flexibile este prezentată în fig. 2.13.

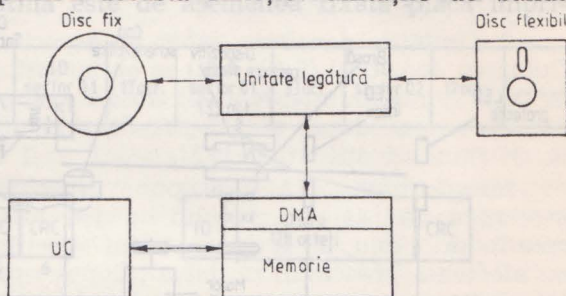


Fig. 2.13. Subsistem discuri fixe Winchester — discuri flexibile.

### 2.3.5. Unități cu discuri flexibile (floppy)

Unitățile cu discuri flexibile constituie un exemplu tipic de echipament periferic de cost redus destinat aplicațiilor mini. Deși se recurge la o serie de soluții specifice, ieftine, diferite de cele adoptate la memoriile cu discuri rigide de mare performanță, se păstrează avantajul suportului amovibil și al accesului direct.

În cele ce urmează se va afecta un spațiu mai larg prezentării acestor unități datorită faptului că o mare parte a subansamblelor componente nu se aliniază la soluțiile constructive prezentate în secțiunea B.

#### Unități cu discuri flexibile (floppy) de 8 inch

Discul flexibil este un disc din poliester (mylar) cu grosimea de 0,07 mm (0,003 inch) acoperit cu un amestec de oxid de fier și liant (grosime 2,5—4  $\mu$ ). Este protejat într-un plic din material plastic (PVC) sau carton în interiorul căruia se poate roti liber și împreună cu care se montează în unitate (fig. 2.14).

Parametrii discului folosit cu sistemul IBM 3740 (lansat în 1973) — diametru 200,15 mm (7,88 inch), 77 piste cu densitatea 48 tpi, raza pistei 00 de 91,75 mm, lățimea pistei de 0,3 mm, viteza de rotație 360 rpm etc. — au devenit parametri standard (ANSI, ISO etc.).

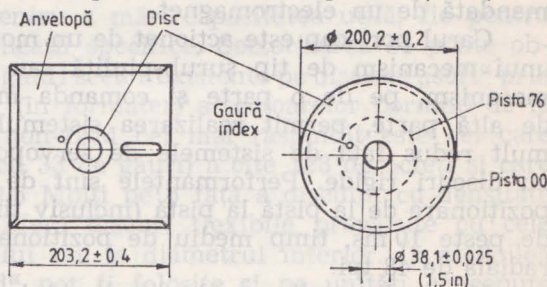


Fig. 2.14. Disc flexibil (8 inch).

Unitatea este concepută pentru a realiza funcțiile necesare cu o simplitate maximă. Interfața cap-disc cu contact permanent permite evitarea elementelor costisitoare caracteristice interfeței cu lagăr aerodinamic. Capul, metalic sau ceramic, încorporează miezurile de scriere citire și de ștergere realizate într-o tehnologie asemănătoare tehnologiei 2314. În ve-



derea montării pe car, capul este produs în 2 forme constructive, „T” și rotundă („button”), aceasta din urmă fiind aproape exclusiv folosită în ultimul timp. În timpul operațiilor de scriere-citire și de poziționare, discul este apăsător asupra capului cu o forță de cca 10 gf de un braț arti-

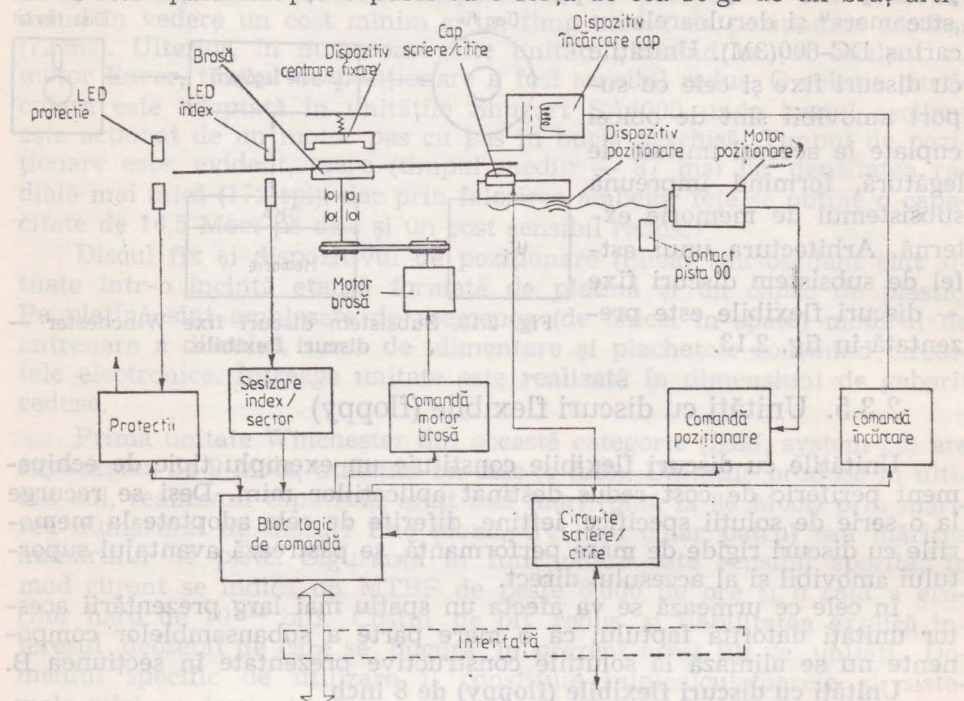


Fig. 2.15. Structura unității de discuri flexibile.

culat acționat de un arc. Încărcarea capului (coborîrea brațului) este comandată de un electromagnet.

Carul port-cap este acționat de un motor pas cu pas prin intermediul unui mecanism de tip șurub-piuliță sau cu bandă. Simplitatea acestui mecanism, pe de o parte și comanda motorului în buclă deschisă pe de altă parte, permit realizarea sistemului de poziționare cu un cost mult redus față de sistemele de servopозиționare utilizate la unitățile cu discuri rigide. Performanțele sînt de asemenea mai mici: timp de poziționare de la pista la pista (inclusiv timpul de stabilire — „settling”) de peste 10 ms, timp mediu de poziționare de cca 180 ms și densitate radială de 48 tpi.

Viteza de rotație standard a discului este 360 rpm, limitarea la o valoare atât de mică fiind impusă de frecarea discului cu capul și interiorul plicului. Broșa este antrenată de un motor sincron sau de motor de curent continuu servocomandat, în care caz este prevăzut și un traductor fotoelectric pentru sesizarea variațiilor vitezei de rotație. Plicul conținînd discul flexibil este introdus frontal în unitate. Piese care realizează centrarea și fixarea discului pe broșă sînt comandate prin intermediul unei legături mecanice de ușa basculantă sau butonul de pe panoul central. Sesizarea găurilor de index și de sector de pe disc se face fotoelectric.



Toate aceste subansamble electromecanice sînt amplasate pe o platină realizată din aliaj de aluminiu sau din tablă sudată. Dimensiunile de gabarit mici permit montarea a 2 sau 4 unități în spațiul unui modul al dulapului de 19 inch. Pe platină este de asemenea fixată placa impri-

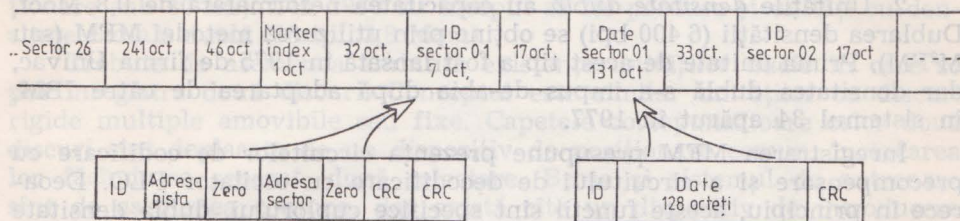


Fig. 2.16. Formatul IBM pentru discuri flexibile, densitate simplă.

mată conținând circuite logice de comandă a unității, circuitele (amplificatorii) de scriere/citire și comanda motorului pas cu pas. Pentru a simplifica unitatea, o parte a circuitelor electronice este transferată în cuplor. Totuși în ultimii ani, datorită, în special, utilizării circuitelor LSI există tendința de a realiza în cadrul unității un număr tot mai mare de funcțiuni.

*Formatul standard (IBM) pentru discurile cu densitate simplă* este caracterizat prin împărțirea fiecărei piste în 26 de sectoare și folosirea pentru informație a 73 de piste, celelalte fiind piste de rezervă (fig. 2.16). Sectorul conține un bloc de 128 octeți de date precedat de identificatorul (ID) și urmat de 2 octeți de control. Ultimii 6 octeți de zero și spațiul intersector sînt utilizați pentru sincronizarea oscilatorului de citire (VFO). Formatul este preînregistrat pe disc înainte de utilizare. Discul are o singură fantă — pentru index. Capacitatea formatată a discului (densitate simplă) este 1,9 Mbiți. În numeroase utilizări se renunță la compatibilitatea de format cu IBM fie pentru a mări capacitatea utilă, fie pentru a răspunde cerințelor unor aplicații specifice. Sectorizarea se poate obține „hard” prin sesizarea unor găuri sector existente pe disc sau „soft” prin generarea electronică în cuplor (în formater) a sectoarelor pornind de la semnalul de index. Formatul non-IBM cel mai răspîndit este cel care utilizează 32 de sectoare (disc cu 33 de găuri) a câte 128 de octeți și care permite o capacitate utilă de 2,5 Mbiți pe o față a discului cu densitate simplă. Firmele producătoare oferă discuri flexibile prevăzute cu cele 33 de găuri la marginea discului sau la diametrul interior. În al doilea caz, discurile sectorizate „hard” pot fi folosite și pe unități concepute pentru discuri cu format IBM, care au gaura index la diametrul interior. Sectorizarea electronică este elastică (de obicei 2, 4, 8, 16 sau 32 sectoare) și permite o capacitate de cca 2,7 Mbiți).

Perfecționările, vizînd, în special creșterea capacității, s-au concretizat prin apariția a 3 generații succesive de memorii cu discuri flexibile „floppy”:

1. Unitățile *densitate simplă*, au capacitatea neformatată de 3,1 Mbiți/0,4 Moct) (tip IBM 3740). Înregistrarea se face pe o față a dis-



cului, cu densitatea standard 3 200 tpi (metoda dublă frecvență). Unele firme produc și discuri cu ambele fețe utilizabile pentru înregistrare. Construcția și funcționarea unității au fost descrise în prezentarea generală din paginile precedente.

2. Unitățile *densitate dublă* au capacitatea neformatată de 0,8 Moct. Dublarea densității (6 400 bpi) se obține prin utilizarea metodei MFM (sau M<sup>2</sup>FM). Prima unitate de acest tip a fost lansată în 1975 de firma Univac, dar densitatea dublă s-a impus de-abia după adoptarea de către IBM, în sistemul 34 apărut în 1977.

Înregistrarea MFM presupune prezența circuitelor de codificare cu precompensare și a circuitului de decodificare cu oscilator PLO. Deoarece în principiu, aceste funcții sînt specifice cuplorului, dubla densitate nu afectează prea mult unitatea „floppy” propriu-zisă. Totuși, în majoritatea cazurilor, o parte a circuitelor de codificare MFM sînt înglobate în unitate cu posibilitatea de comutare (dublă frecvență/MFM). Formatul IBM pentru densitate dublă este asemănător celui pentru densitate simplă. Se respectă parametrii standardizați (77 piste, 48 tpi etc.). Unitățile de discuri flexibile din această generație sînt deci unități standard, oferind utilizatorului posibilitatea de a opta între înregistrarea cu densitate simplă (cu sau fără format standard IBM) și cea cu densitate dublă.

3. Unitățile „*dublă densitate, dublă față*”. O nouă dublare a capacității — la 1,6 Moct — s-a obținut prin înregistrarea pe ambele fețe ale discului. Prima unitate de acest tip a apărut în 1977, utilizată în sistemul IBM/34. Pentru înregistrarea pe ambele fețe sînt prevăzute 2 capete poziționate concomitent. Configurația obișnuită a carului port-cap (cap montat rigid pe car și braț apăsător elastic pe fața opusă a discului) este modificată. Cele două capete sînt montate elastic (prin intermediul unui cadru lamelar elastic) pe cîte un braț metalic fixat de corpul carului. Pentru construcția capului propriu-zis, soluția cea mai răspîdită este de a realiza pe suprafața sa două zone: una conținînd întrefierurile de scriere-citire și alta pentru apăsarea capului opus. După încărcare (apropierea brațelor), cele două capete intră în contact cu discul, zona de apăsare a unui cap fiind amplasată în dreptul întrefierurilor capului opus și invers. Forța de apăsare este, de asemenea, de 10 gf. Celelalte subansamble păstrează configurația de la unitățile precedente. De asemenea, se respectă standardizarea parametrilor geometrici amintiți mai sus. Discul flexibil are, evident, ambele fețe utilizabile pentru înregistrare, iar în plicul protector sînt prevăzute două decupări pentru accesul capetelor. Unitățile pot fi folosite atît pentru înregistrarea în densitate dublă cit și cu densitate simplă, cu format IBM sau nu.

În prezent majoritatea producătorilor oferă unități cu discuri flexibile dublă densitate, dublă față. Sînt, însă, produse în continuare și unități cu înregistrare pe o singură față, capacitatea 0,4/0,8 Moct fiind suficientă în numeroase utilizări.

Trecerea de la o generație la alta și mărirea capacităților a afectat, după cum s-a arătat, în principal, metoda de codificare și configurația capetelor. Totuși, o serie de perfecționări s-au adus și altor subansamble specifice. Astfel, îmbunătățirea dispozitivului de poziționare (dispozi-



tivele cu bandă, de exemplu) și a comenzii motorului pas cu pas, au permis reducerea timpului de poziționare. La unele modele, timpul de poziționare cu o pistă (deplasare plus „settling”) are valori sub 5 ms, iar timpul mediu de poziționare sub 100 ms. Au apărut de asemenea unități cu dispozitiv de servopозиționare cu motor linear (timp mediu de poziționare sub 40 ms). Din 1980 au început să fie produse și unități cu densitate radială dublă (96 tpi, 3,8 Moct).

Trebuie de asemenea amintită existența *unităților duale* în care se pot înregistra două discuri. Conceptul este similar unităților cu discuri rigide multiple amovibile sau fixe. Capetele corespunzătoare celor două discuri sînt deplasate de un dispozitiv de poziționare comun, încărcarea lor făcîndu-se separat, după selectare. Broșa și sistemul de antrenare sînt de asemenea comune, dar există cîte un dispozitiv de introducere centrare și fixare pentru fiecare disc. Înregistrarea a două discuri într-o unitate cu majoritatea subansamblelor comune conduce la un cost pe bit mai redus. Se produc unități duale cu densitatea simplă sau dublă și cu dublă densitate — dublă față.

Toate unitățile cu discuri flexibile se caracterizează printr-un cost foarte mic, atît al unității, cît și al suportului. Deși performanțele sînt modeste siguranța în funcționare este destul de ridicată. Astfel, la ultimele modele se indică un MTBF de peste 5 000 ore. Valorile tipice pentru rata erorilor sînt  $10^{-9}$  (erori hard) și  $10^{-11}$ — $10^{-12}$  (erori soft), deci doar cu aproximativ un ordin de mărime mai mari decît la discurile rigide cu capete plutitoare. Durata de viață a capetelor (ceramice) este estimată la cca.  $10\,000 \div 20\,000$  ore iar a discului la  $10^6$ — $10^7$  treceri pe o pistă. Un alt avantaj important constă în faptul că unitatea poate funcționa în condiții de mediu mai nefavorabile (temperaturi între  $+10$  și  $+40^\circ\text{C}$  și umiditatea relativă pînă la 90%). De asemenea, nu trebuie uitat gabari-tul redus atît al unității, cît și al discului, consumul redus precum și facilitatea stocării discurilor.

Toate aceste avantaje asociate accesului direct și amovibilității suportului explică succesul deosebit de care s-au bucurat unitățile cu discuri flexibile în ultimii ani. Sînt utilizate într-o mare varietate de sisteme avînd atît funcții de intrare/ieșire cît și de disc sistem sau de memorie de masă. Printre aplicațiile specifice se numără: mini și microcalculatoare, echipamentele de introducere de date, terminalele inteligente etc.

Numeroși producători oferă subsisteme de discuri flexibile care includ 3 sau 4 unități, formaterul și, eventual, sursa de alimentare. Un domeniu de utilizare, conturat mai ales în ultimii doi ani îl constituie subsistemele discuri fixe-discuri flexibile, unde acestea din urmă au rol de intrare/ieșire (fig. 2.13).

#### Unități cu minidiscuri flexibile („minifloppy“)

Unitățile „minifloppy” folosesc discuri flexibile cu diametrul de  $5\frac{1}{4}$  inch (130,2 mm) realizate în aceeași tehnologie ca și discurile de 8 inch. Unitatea, cu un gabarit de asemenea mai redus, se caracterizează printr-o și mai mare simplitate constructivă.

Capetele de scriere-citire (ceramice) sînt preluate de la unitățile cu discuri de 8 inch, dar înregistrarea se face cu densitatea de 2 600 bpi (în dublă frecvență) și 5 200 bpi (MFM). Date fiind viteza de rotație de



300 rpm și diametrul redus al discului, vitezele de transfer corespunzătoare acestor densități sînt 15,5 Koct/s și 31 Koct/s.

Pentru poziționarea carului port-cap se utilizează de asemenea motorul pas cu pas, comandat în buclă deschisă și un mecanism simplu cu camă plană, cu șurub sau cu bandă. Se păstrează densitatea de 48 tpi, timpul de poziționare fiind în general mai mare.

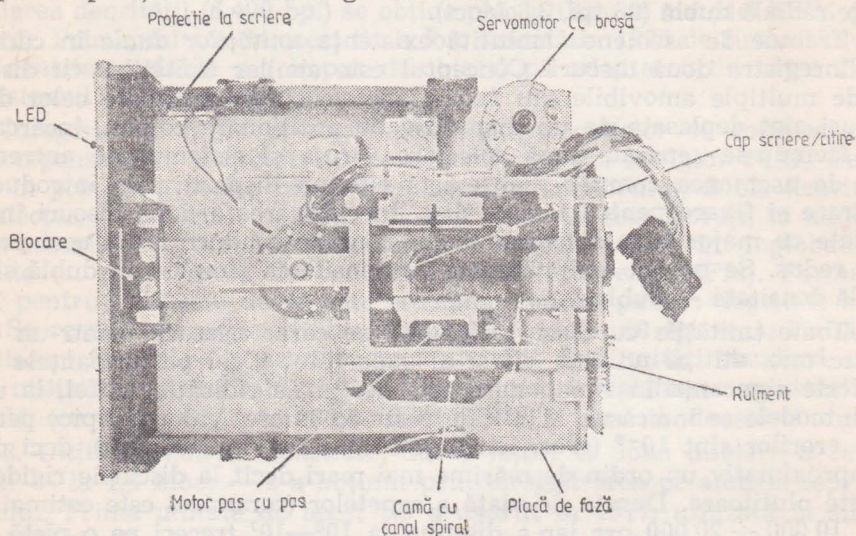


Fig. 2.17. Unitate cu minidisc flexibil Shugart SA 400.

Aționarea broșei se face cu servomotor de curent continuu iar sistemul de centrare și fixare a discului este asemănător celui de la unitățile cu discuri flexibile de 8 inch.

Prima unitate „minifloppy” a fost lansată la începutul anului 1977 (SA400-Shugart Ass) (fig. 2.17). Deoarece firma IBM nu a intervenit încă (pînă în 1980) în acest domeniu, nu se poate semna o anumită standardizare. Majoritatea producătorilor se aliniază la caracteristicile unităților Shugart (2 600 și 5 200 bpi, 300 rpm, 48 tpi, disc 5 1/4 inch), dar se observă deosebiri în ceea ce privește numărul de piste: 35 sau 40. Unitățile cu 40 de piste extind spre interiorul discului zona folosită pentru înregistrare. Capacitatea unităților cu minidiscuri flexibile variază în funcție de densitate și numărul de fețe înregistrate:

- |  |                   |
|--|-------------------|
| — Unități densitate simplă                   | — 0,11 Moct       |
| — Unități densitate dublă                    | — 0,11/0,22 Moct. |
| — Unități dublă densitate, dublă față        | — 0,22/0,44 Moct. |
| — Unități cu densitate cvadruplă, dublă față | — 0,88 Moct       |

Formatul utilizat în cele mai multe cazuri este adaptat după formatul IBM pentru discurile de 8 inch (16 sectoare a câte 128 octeți).

Datorită costului extrem de redus și a dimensiunilor mici, unitățile cu minidiscuri flexibile constituie un echipament periferic convenabil pentru sistemele de capacitate foarte mică și ieftine. Se remarcă două domenii specifice de utilizare: 1) microsisemele de prelucrare a textelor („word processing systems”), și 2) sistemele de gestiune mici [13].



Unitățile cu discuri flexibile prezentate se caracterizează prin interfața cap-disc cu contact și amovibilitatea discului, termenul „floppy“ referindu-se aproape exclusiv la astfel de unități. Trebuie amintit că au fost realizate și o serie de unități cu interfața cap-disc cu lagăre aerodinamic (folie) la care performanțele (viteză de transfer, timp de acces etc.) sînt apropiate de cele ale discurilor rigide. Aceste unități nu s-au extins însă, în principal datorită faptului că nu aduceau avantaje deosebite față de unitățile performante cu discuri rigide, costul lor fiind relativ ridicat.

\*  
\*   \*  
\*

Prezentarea de mai sus permite o imagine generală asupra evoluției unităților cu discuri magnetice. În perioada ultimilor 20 de ani s-a înregistrat o continuă perfecționare a tehnologiilor specifice, marcată de o serie de „salturi tehnologice“, de introducerea unor concepte noi. Dintre acestea reamintim: capul de înregistrare plutitor — lagăr aerodinamic (1958—1960), pachetul amovibil (1962), motorul linear electrodinamic și capul cu braț cu camă inclusă (1967—1969), blocarea pe pistă „servo“ (1969), capul plutitor cu contact temporar Winchester (1973) metoda de codificare MFM (1970), capul cu peliculă subțire (1975), discul flexibil (1973) etc. Introducerea acestor perfecționări a condus la salturi succesive ale performanțelor (densități, timp de acces, fiabilitate etc.) și la apariția de noi tipuri de unități sau a unor noi generații în cadrul tipurilor existente.

Este utilă, o evidențiere a generațiilor tehnologice care au marcat evoluția unităților de discuri magnetice. O generație tehnologică se caracterizează printr-o serie de soluții constructiv-tehnologice adoptate pentru subansamblele specifice și printr-un nivel al performanțelor și al raportului performanță/cost sau performanță/gabarit. O generație tehnologică afectează mai multe tipuri de unități (la care se aplică tehnologia respectivă).

Astfel, în domeniul unităților cu discuri rigide se disting:

— Tehnologia 2311 — caracterizată prin: densități de 1 100 bpi și 100 tpi, timp mediu de acces peste 60—90 ms, capete plutitoare cu placă portantă metalică sau din material plastic, distanța de separare cap-disc cca 3  $\mu$ , încărcare cu tijă Y, servopозиționare cu motor hidraulic sau rotativ c.c. cu blocare cu clichet, viteză de transfer pînă la 156 Koct/s.

Se aplică la: 1) unități cu pachet amovibil de 7 Moct, 2) unități cu discuri „cartridge“ 1,5 și 3 Moct, 3) unități cu discuri fixe sub 1 Moct.

— Tehnologia 2314 — caracterizată prin: densități duble — 2 200 bpi și 200 tpi, timp mediu de acces peste 40—50 ms, cap de construcție asemănătoare cu braț cu camă închisă, servopозиționare cu motor linear, traductori atașați carului, blocare servo, viteză de transfer pînă la 312 Koct/s.

Se utilizează la: 1) unități pachet amovibil de 29 și 58 Moct; 2) unități de discuri „cartridge“ pînă la 12 Moct; 3) unități cu discuri fixe, capete mobile.

— Tehnologia 3 330 — caracterizată prin: densități 4 040 bpi și 400 tpi, timp mediu de acces sub 40 ms, capete plutitoare de construcții asemănătoare tehnologiilor precedente cu braț cu camă inclusă, distanță de sepa-



rare cap-disc 1,3  $\mu$ , servopозиționare cu motor linear, față și cap servo, blocare servo, viteză de transfer pînă la 806 Koct/s.

Se utilizează la: 1) unități cu pachet amovibil de 100 și 200 Moct; 2) unități de discuri „cartridge“ peste 24 Moct.

— Tehnologia „storage module“ (non-IBM) (3 330 îmbunătățită), caracterizată prin: densități mărite: 6 000 bpi, pînă la 500 tpi, capete asemănătoare 3 330, servopозиționare asemănătoare cu 3 330 dar cu îmbunătățiri, viteza de transfer este 806 Koct/s.

Se utilizează la: 1) unități cu pachet „storage module“ (40—300 Moct); 2) unități cu discuri „cartridge“ de mare capacitate.

— Tehnologia — Winchester — caracterizată prin: capete plutitoare cu contact intermitent, placă portantă din ferită („tirail“) densități 5 600 bpi, 300 tpi, viteză de transfer peste 880 Koct/s.

Se utilizează la: 1) unități cu pachet „data module“, 2) unități cu discuri fixe, capete mobile (capacități de la 9 Moct la 300 Moct), 3) unități cu discuri fixe, capete fixe.

— Tehnologia Winchester cu pelicule subțiri (3 370).

Aceste soluții constructiv-tehnologice specifice subansamblelor principale sînt prezentate detaliat în secțiunile următoare.

## B. SOLUȚII CONSTRUCTIVE SPECIFICE

### 2.4. Scrierea și citirea pe discuri

#### 2.4.1. Caracteristicile generale ale înregistrării datelor pe suport magnetic

Înregistrarea și redarea informației fiind funcția esențială a unităților de discuri magnetice, structura fizică și circuitele electronice ale unităților pun în evidență efortul depus în găsirea unor soluții cît mai performante (densitate de înregistrare mare, viteză mare de transfer, rată mică a erorilor), în condiții tehnologice limitate de cost.

Complexitatea procesului de scriere-citire pe suport magnetic se datorează caracterului profund neliniar al fenomenelor fizice implicate și inexistenței pînă la ora actuală a unui model analitic complet al acestora. Abordarea caracteristicilor de bază ale procesului de scriere/citire se face, în acest paragraf, considerînd cazul general al înregistrărilor pe suport magnetic, unele concluzii fiind valabile și pentru alte echipamente (ex. benzi magnetice).

**Caracteristicile suportului magnetic.** Proprietatea fundamentală a componentului activ din care este constituit materialul ce urmează a fi utilizat ca suport magnetic pentru stocarea informațiilor este feromagnetismul. Curba hysterezis a materialelor feromagnetice, caracterizează proprietățile lor magnetice și poate fi dedusă prin măsurători experimentale. Curba hysterezis ideală este perfect dreptunghiulară și pune în evidență inducția magnetică (B) la saturație a materialului și cîmpul magnetic coercitiv  $H_c$ . Deși materiale cu caracteristică histerezis perfect dreptunghiulară ar fi foarte indicate pentru înregistrări magnetice, în realitate curbele sînt mai mult sau mai puțin depărtate de cazul ideal. Obținerea



unor curbe aproape dreptunghiulare necesită operații tehnologice complexe, la nivel microscopic.

Proprietățile magnetice ale materialului sînt determinate în ultimă instanță de comportamentul individual și interacțiunea particulelor feromagnetice ce compun mediul respectiv. În tehnologiile actuale aceste particule au dimensiuni în scara  $10\text{--}10^3$  Å și formă, în general, aciculară sau cubică.

Proprietățile de magnetoelasticitate și anizotropie ale particulelor sînt elementele de bază care determină mărimea forței coercitive (în consecință  $H_c$ ) pentru un anumit material. Structura cristalină și forma geometrică a particulelor influențează anizotropia acestora. Spre exemplu, pentru o structură aciculară forța magnetică coercitivă și inducția magnetică au valori mai mari pe direcția axei lungi. Este evident că dacă toate granulele unui material sînt orientate pe aceeași direcție anizotropică, caracteristicile magnetice de-a lungul acestei direcții vor fi mult îmbunătățite în raport cu cele ale pulberii de particule neorientate.

Simultan cu forța coercitivă există în orice material feromagnetic o forță cu efect opus manifestată prin intermediul cîmpului de demagnetizare ( $H_D$ ). Cîmpul de demagnetizare este datorat existenței polilor magnetici în toată masa materialului și faptului că circuitul magnetic corespunzător nu este perfect închis. Cîmpul de demagnetizare are o valoare variabilă în interiorul unui material magnetic și poate fi exprimat:

$$H_D = -D \cdot B$$

unde  $D$  este factorul de demagnetizare, care ține cont de geometria materialului, iar  $B$ , valoarea inducției magnetice în punctul respectiv. Cunoașterea cîmpului de demagnetizare este deosebit de importantă pentru aprecierea performanțelor materialului magnetic dar, în același timp, dificil de exprimat analitic, întrucît valoarea sa în fiecare punct depinde de distribuția momentană a polilor magnetici. Pentru ca starea de magnetizare într-un domeniu să fie de durată în condiții de saturație este evident că trebuie ca

$$H_c > H_D$$

În literatura de specialitate s-au propus diverse formule pentru aprecierea valorii lui  $H_D$ , în funcție de geometria materialului și starea sa de magnetizare. Astfel, în cazul înregistrărilor magnetice pe discuri sau benzi se poate aproxima materialul ca fiind o placă plană infinită de grosime  $d$ , magnetizată sinusoidal într-o singură direcție, pentru care cîmpul maxim de demagnetizare se poate scrie [23]:

$$H_{D_{max}} = -B_m(1 - e^{-\pi d/\lambda})$$

unde

$\lambda$  este lungimea de undă a sinusoidelor;

$B_m$  — amplitudinea inducției magnetice,  $t$  fiind variabila timp.

Pentru a fi utilizate practic, materialele suport-magnetic trebuie să prezinte proprietăți magnetice și mecanice adecvate procedurii concret de înregistrare și citire a informațiilor.



Dintre proprietățile magnetice recomandate se pot aminti [19]:

- coercivitate cuprinsă între 250—750 Oe;
- inducție remanentă ridicată;
- uniformitatea geometrică a particulelor.

Cu toate că primele tambururi magnetice (1948, Manchester) precum și primele benzi magnetice comerciale (UNIVAC-1951) foloseau depuneri metalice (Nichel, Cobalt) pe un suport metalic nemagnetic, astăzi cele mai utilizate materiale magnetice (tabelul 2.4 din anexă, vol. 2, pag. 207) sînt *oxizii feromagnetici* ( $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$  în marea majoritate a cazurilor,  $\text{CrO}_2$ ,  $\text{Fe}_3\text{O}_4$  ș.a.). Granulele de  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$  sînt înglobate într-un solvent cu proprietăți adezive pentru fixarea pe materialul suport. În procesul depunerii pe suport se aplică un cîmp magnetic pentru orientarea granulelor în direcția dorită; solventul trebuie să aibă calități de fluiditate-adezivitate speciale. Pentru îmbunătățirea unor parametri magnetici pot fi utilizați (în general în combinație cu  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ) și alți oxizi metalici (Cr, Co).

Dintre calitățile mecanice ale materialului cele mai importante sînt: grosimea, rugozitatea, uniformitatea caracteristicilor pe întreaga suprafață.

**Tabelul 2.4 volumul 2, pag. 207**

Grosimea stratului magnetic este impusă în special din considerente de densitate de înregistrare. O grosime mai mare a stratului magnetic are efect favorabil asupra amplitudinii semnalului de citire, dar presupune curenți mai mari de scriere și limitează densitatea de înregistrare. Grosimea stratului magnetic în înregistrările de date este cuprinsă în scara 0,01—20  $\mu$ .

Deosebit de importantă este planeitatea suprafeței suportului și uniformitatea caracteristicilor pe întreaga suprafață. Neuniformitățile provin în general, fie din imperfecțiunile materialului suport nemagnetic, fie din formarea unor excedente de material magnetic sau din concentrația neuniformă a particulelor magnetice. Neuniformitățile în grosime ale stratului magnetic influențează negativ caracteristicile procesului de scriere-citire și în anumite cazuri pot avea și efecte mecanice, dăunătoare asupra capetelor.

Necesitatea creșterii densității de înregistrare, impune suportului condiții care sînt mai bine satisfăcute de straturile peliculare (grosime foarte mică a stratului magnetic, particule foarte mici cu structură uniformă, anizotropie pronunțată).

Soluția cea mai răspîdită la ora actuală în cazul discurilor magnetice, de a se constitui stratul magnetic din particule de  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$  înglobate într-un liant, devine limitată în raport cu tendința de creștere a densității pe unitate de suprafață, datorită dificultății în reducerea grosimii stratului magnetic sub valoarea aproximativă de 1  $\mu$ .

De aceea, s-a recurs la straturi peliculare realizate din particule metalice (Ni, Co etc.) sau feritice ( $\text{Fe}_3\text{O}_4$ , ș.a.) prin tehnologii specifice (depunere electrică, depunere chimică, depunere în vid etc.).

Peliclele metalice pe bază de Ni și Co prezintă caracteristici magnetice foarte bune, însă și dezavantajul slabei rezistențe la uzură și coroziune. Peliclele feritice se dovedesc mai slabe în ceea ce privește magnetizarea remanentă însă prezintă caracteristici superioare de rezistență



la uzură și coroziune. În tabelul 2.5 din anexă, vol. 2, pag. 214 sint prezentate comparativ parametrii magnetici pentru două suporturi peliculare comparativ cu tradiționalul  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ .

**Tabelul 2.5 volumul 2, pag. 214**

Densitățile realizate experimental pe discuri magnetice folosind suport magnetic pelicular ( $> 45\,000$  bpi) permit să se întrevadă înlocuirea treptată a suporturilor tradiționale pe bază de  $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$  (densitate maximă actuală  $\sim 8\,000$  bpi).

**Parametrii interfeței cap-suport.** Capul de scriere/citire poate fi considerat în principiu un inel cu un spațiu interpolar (întrefier) de o formă particulară în raport cu suprafața de înregistrare (fig. 2.18). O înfășurare cu  $n$  spire, străbătută de curent, creează un flux magnetic în vecinătatea spațiului interpolar, care determină o magnetizare a stratului magnetic.

Aceeași înfășurare, în ipoteza mișcării relative a suportului față de cap, poate culege un semnal care să reconstituie informația scrisă. Geometria pieselor polare este determinată de faptul că scrierea este făcută prin intermediul fluxului de dispersie și nu de fluxul prin întrefier.

Reluctanțele  $R_g$  și  $R_m$  ale întrefierului și respectiv miezului se pot exprima pentru cazul simplu din fig. 2.18 funcție de permeabilitățile  $\mu_0$  (aer) și  $\mu$ , lungimile circuitelor  $g$  și  $l$  și ariile secțiunilor  $S_g$  și  $S_m$ :

$$R_g = \frac{g}{\mu_0 \cdot S_g}; \quad R_m = \frac{l}{\mu \cdot \mu_0 \cdot S_m}$$

Pentru o utilizare eficientă a capului în ceea ce privește cîmpul de dispersie este necesar ca  $R_m \ll R_g$ , deci

$$\left( \frac{S_m}{l} \cdot \frac{g}{S_g} \right) \cdot \mu \gg 1$$

Rezultă că materialul din care este confecționat miezul capului trebuie să aibă o *permeabilitate* cît mai mare, iar geometria capului trebuie să satisfacă anumite cerințe de eficiență.

Pentru minimizarea cîmpului remanent în absența curentului de scriere se impune materialului o *coercivitate* cît mai mică.

În procesul de înregistrare, cîmpul magnetic de dispersie creat de cap, care magnetizează stratul magnetic al suportului, trebuie să depășească coercivitatea stratului magnetic, dar cîmpul magnetic în întrefier trebuie să se mențină sub valoarea inducției de saturație a materialului capului. Pentru evitarea saturației în zona polilor este indicat ca materialul capului să prezinte o inducție de saturație cît mai mare. Evitarea saturării poate fi realizată prin geometria capului și anume prin mărirea lungimii întrefierului  $g$ .

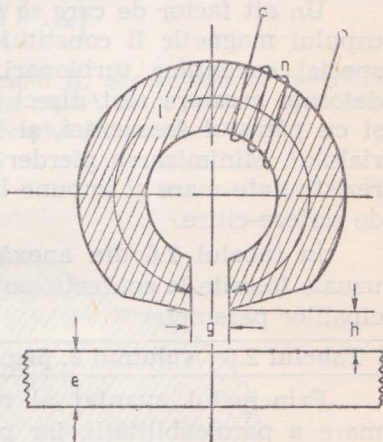


Fig. 2.18. Schema funcțională a capului de înregistrare.



Acest lucru afectează însă calitatea procesului de citire și poate fi luat în considerație ca soluție în cazul existenței unui cap separat pentru scriere (cazul benzilor magnetice).

La capetele de scriere/citire, pe măsura creșterii densității de înregistrare și, în consecință, a micșorării lungimii întrefierului ( $g$ ), saturația polilor este dificil de evitat, iar lungimea întrefierului este stabilită prin compromis.

Un alt factor de care se ține seama la alegerea materialului miezului capului magnetic îl constituie pierderile statice și dinamice datorate în special curenților turbionari. În regim periodic pierderile de energie datorate acestora sînt direct proporționale cu pătratul inducției maxime și cu pătratul frecvenței, și invers proporționale cu rezistivitatea materialului. Minimizarea pierderilor în miez face să se prefere materiale cu rezistivitate mare și impune limitări de frecvență curentului înfășurărilor de scriere-citire.

În tabelul 2.6 din anexă, vol. 2, pag. 215 sînt indicate materialele uzuale folosite la confecționarea capetelor de înregistrare cu valorile principalilor parametri.

**Tabelul 2.6** volumul 2, pag. 215

Principalul avantaj al materialelor metalice îl constituie valoarea mare a permeabilității, iar principalul avantaj al feritelor rezistivitatea mare. Ținînd cont de tendința puternică de creștere a frecvenței de înregistrare pe suport magnetic, au fost dezvoltate materiale pe bază de ferite, care concurează combinațiile Fe-Ni ca valoare a permeabilității și prezintă rezistivități mult superioare (deci pierderi de energie reduse la frecvențe mari).

De asemenea, au fost realizate capete în tehnologia peliculelor.

**Procesul de scriere.** Procesul de scriere are loc în condițiile mișcării uniforme a mediului în raport cu capul de înregistrare, prin comutarea curentului în înfășurarea capului. Schimbarea stării de magnetizare a suportului are loc în punctele în care valoarea cîmpului produs ( $H$ ) depășește cîmpul coercitiv al suportului ( $H_c$ ). În analiza procesului de scriere se urmărește determinarea cîmpului magnetic  $H$  în raport cu *parametrii dimensionali ai interfeței cap-suport*, și anume: *lungimea întrefierului ( $g$ )*, *distanța de separare ( $h$ )* și *grosimea suportului ( $e$ )*, indicați în fig 2.18.

În acest scop, Karlquist (1954) recurge la considerarea unui cap ideal, avînd un întrefier de lungime  $g$ , mărginit de 2 piese polare de lungime și permeabilitate infinită (fig. 2.19); cîmpul magnetic ( $H_o$ ) este considerat uniform și constant în întrefier.

$$H_o = \frac{Ni}{g}$$

unde  $N$  este numărul de spire, iar

$i$  — curentul prin înfășurare.



În aceste condiții, distribuția cîmpului magnetic în afara întrefierului după coordonatele  $x$  și  $z$  este dată de:

$$H_x(x, z) = \frac{H_0}{\pi} \left( \operatorname{arctg} \frac{\frac{g}{2} + x}{z} + \operatorname{arctg} \frac{\frac{g}{2} - x}{z} \right) \quad (2.4)$$

$$H_z(x, z) = \frac{H_0}{2\pi} \ln \frac{z^2 + \left(\frac{g}{2} + x\right)^2}{z^2 + \left(\frac{g}{2} - x\right)^2} \quad (2.5)$$

Reprezentarea grafică a componentelor cîmpului  $H$ , normalizate în raport cu  $H_0$ , în funcție de distanțele  $x$  și  $z$ , normalizate în raport cu  $g$ , permite efectuarea unor observații calitative asupra parametrilor procesului de scriere:

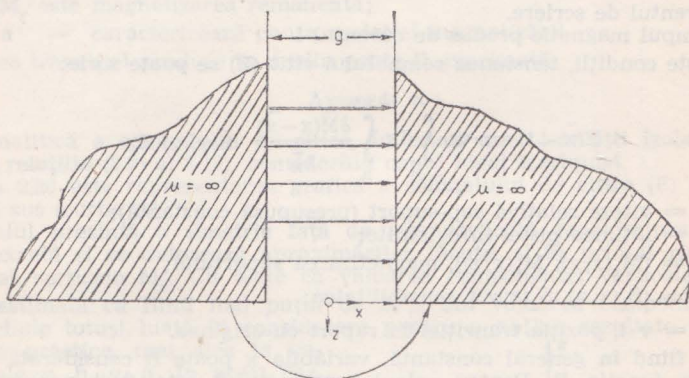


Fig. 2.19. Modelul Karlquist (cap ideal).

a) cîmpul magnetic total va rezulta din compunerea cîmpurilor  $H_x$  și  $H_z$ , dar într-o aproximație destul de valabilă, se poate neglija componenta verticală  $H_z$ , atît datorită faptului că valoarea sa este mai mică decît valoarea  $H_x$ , cît mai ales, datorită anizotropiei suportului magnetic care este prevăzut, prin orientarea particulelor, cu calități magnetice preferențiale pe axa  $x$ .

b) cîmpul magnetic  $H_x$  are valoare maximă pentru  $x=0$  (centrul întrefierului).

$$H_{x_{\max}} = \frac{2H_0}{\pi} \operatorname{arctg} \frac{g}{2z} \quad (2.6)$$

Valoarea maximă a cîmpului  $H_x$  scade cu creșterea distanței de separare ( $h$ ). Pe de altă parte, la distanțe  $z$  mai mari, cîmpul, deși are valori mai mici, este mai dispersat, influențînd o suprafață mai mare de material.

c) Centrul unei tranziții produse în materialul magnetic va fi situat unde cîmpul magnetic  $H$  devine cel puțin egal cu cîmpul coercitiv  $H_c$  al suportului și anume în apropierea extremităților întrefierului.

Astfel, caracteristicile tranzițiilor produse în mediul magnetic vor fi determinate în final de cîmpul produs în vecinătatea extremității din urmă a întrefierului în raport cu direcția de mișcare a suportului [16];

d) grosimea întrefierului,  $g$ , este de dorit să fie cît mai mică pentru a obține o valoare  $H_{x_{\max}}$  cît mai mare (vezi observația b), dar în același timp, trebuie evitată depășirea valorii inducției de saturație a materialului din care este confecționat miezul capului.



**Procesul de citire.** Procesul de citire este mai dificil de tratat analitic decât cel de scriere datorită faptului că depinde esențial de toți parametrii interfeței cap-suport, spre deosebire de scriere, care este efectuată în final de variația cîmpului magnetic la extremitatea din urmă a întrefierului.

Pentru evaluarea semnalului de citire s-a recurs la definirea componentelor după coordonatele  $x$  și  $z$  ale funcției de sensibilitate ( $S$ ), bazată pe proprietatea de reciprocitate a inducției mutuale. (Hoagland [1]).

$$S_x(x, z) = \frac{\mu_0 H_x(x, z)}{i} \quad (2.7)$$

$$S_z(x, z) = \frac{\mu_0 H_z(x, z)}{i} \quad (2.8)$$

$i$  = curentul de scriere.

$(H_x, H_z)$  = cîmpul magnetic produs de curentul  $i$

În aceste condiții, tensiunea semnalului citit ( $E$ ) se poate scrie:

$$E(\bar{x} \sim t) = v \cdot w \cdot \int_{-\infty}^{+\infty} dx \int_h^{h+e} \frac{\delta \bar{M}(x - \bar{x})}{\delta x} \cdot \bar{S}(x, z) dz \quad (2.9)$$

$v$  = viteza relativă cap-suport (presupusă constantă);

$w$  = lățimea pistei înregistrate;

$\bar{M}$  =  $(M_x(x, z), M_z(x, z))$ , magnetizarea suportului;

$\bar{S}(x, z)$  =  $(S_x(x, z), S_z(x, z))$ , sensibilitatea;

$\bar{x}$  =  $v \cdot t$ , poziția tranziției în raport cu originea.

Viteza fiind în general constantă, variabila  $x$  poate fi considerată echivalentă cu  $t$  pentru funcția  $E$ . Pentru calculul semnalului este deci necesară determinarea:

- dimensiunilor geometrice ale interfeței cap-disc ( $h, e, g$ );
- distribuției magnetizării  $\bar{M}(x, z)$ ;
- funcției de sensibilitate  $\bar{S}(x, z)$ .

Evaluarea funcției de sensibilitate și a distribuției magnetizării este foarte dificilă dacă se urmărește o tratare analitică completă a unui caz concret, implicînd nu numai calcule foarte laborioase dar și unele aspecte încă nesoluționate analitic. De aceea, în cadrul evaluării procesului de citire, se recurge la unele ipoteze simplificatoare, rezultatele avînd un pronunțat caracter calitativ, și uneori chiar cantitativ, în cazul în care sînt ferm confirmate de experimente practice.

În calculul funcției de sensibilitate, care este dependentă de cîmpul de scriere, în majoritatea cazurilor se ia în considerație cîmpul magnetic  $H$ , corespunzător capului ideal Karlquist, care se poate calcula conform (2.4) și (2.5). Această aproximare se consideră în general satisfăcătoare. Verificarea în practică se poate face relativ ușor datorită posibilității măsurării directe a cîmpului magnetic produs de un cap dat.

În ceea ce privește distribuția magnetizării, problema este mult mai complicată, întrucît, pentru calculul magnetizării  $M$ , trebuie să se ia în considerare cîmpul de demagnetizare  $H_D$ , care la rîndul său depinde de distribuția momentană a magnetizării.

Pentru rezolvarea acestui impas s-a recurs la unele ipoteze simplificatoare dintre care prima este, în general, neglijarea variației magnetizării pe verticală (axa  $z$ ), pentru o grosime  $e$  a stratului magnetic. În continuare s-a mers în două direcții. Prima direcție, care eludează în fond dificultatea problemei, constă în a presupune cunoscută variația funcțională a magnetizării,  $M_x = f(x)$ , ca fiind o funcție relativ simplă. Acest lucru permite efectuarea calculelor parametrilor procesului de citire și obținerea unor relații calitative utile.



Un asemenea rezultat util îl constituie calculul lății minime a unei tranziții într-un mediu dat [25], prin calculul cimpului de demagnetizare  $H_D$  (presupunând  $M_x=f(x)$  cunoscută) și punind condiția:

$$H_D \leq H_c$$

A doua direcție în calculul magnetizării o constituie calculul  $M_x=f(x)$  prin estimări iterative, luându-se ca criteriu de referință curba hysterezis a mediului respectiv. Prin această metodă se obțin rezultate mai apropiate de observațiile practice însă calculele sînt foarte laborioase.

În ceea ce privește prima direcție, ipoteza variației magnetizării conform unei funcții arctangentă este larg folosită în analiza procesului de citire. Conform acestei ipoteze:

$$M_x = \frac{2}{\pi} M_r \arctg \frac{x}{a} \quad (2.10)$$

unde  $M_r$  este magnetizarea remanentă;

$a$  — caracterizează panta variației magnetizării.

Lățimea tranziției produse în mediu poate fi exprimată

$$\Delta x = \pi \cdot a$$

Expresia analitică a semnalului de citire, în cazul unei tranziții izolate, se poate deduce din relațiile (2.9) și (2.10), considerînd capul ideal Karlquist.

Figura 2.20 este reprezentarea grafică a semnalului de citire ( $E$ ) în contextul descris mai sus (curba A).

Semnalul prezintă o simetrie față de axa verticală care în practică se dovedește inexactă și se datorează aproximărilor făcute, și în primul rînd neglijării componentei verticale  $M_z$ . Cu toate că valoarea componentei verticale a magnetizării este estimată ca fiind mai puțin de 20% din valoarea componentei orizontale, ea trebuie totuși luată în considerare pentru a obține rezultate conforme cu observațiile practice, mai ales la valori mici ale  $g$ ,  $h$ ,  $e$ ,  $a$ . În acest caz,  $M_z$  se poate scrie:

$$M_z(x) = \frac{2}{\pi} M_{rz} \arctg \frac{x}{a} \quad (2.11)$$

$M_{rz}$  este magnetizarea remanentă produsă de componenta verticală  $H_z(x, z)$ , avînd distribuția conform relațiilor (2.4) și (2.5).

Curba B din fig. 2.20 reprezintă componenta semnalului de citire datorată componentei verticale a magnetizării iar curba C reprezintă semnalul rezultat, care devine asimetric față de axa verticală și prezintă un maxim deplasat în raport cu centrul tranziției.

Această formă a semnalului este apropiată de cea observată experimental în cazul unei tranziții izolate. Practic însă, indiferent de metoda de înregistrare, tranzițiile sînt cît mai apropiate pentru a se realiza o densitate de înregistrare ridicată. Așadar, ele nu mai pot fi considerate izolat și trebuie să se țină seama de distorsiunile datorate influenței tranzițiilor adiacente („bit crowding“).

Considerînd forma semnalului din fig. 2.20 curba C, pentru două tranziții succesive distanțate cu  $4 \cdot g$  și aplicînd principiul superpoziției se obține semnalul rezultat ca în fig. 2.21.

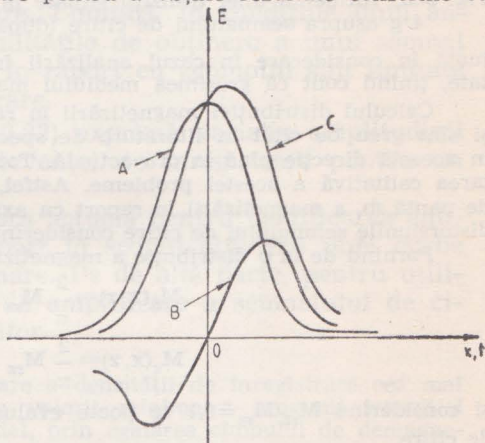


Fig. 2.20. Semnalul de citire; ipoteza „arctangentă“ (după [2]):

$$M_z = 0,2 M_x, \quad e/g = 1,25, \quad (h+a)/g = 1.$$



Se remarcă faptul că influența apropierei dintre tranziții se traduce printr-o reducere a amplitudinii semnalului, o deplasare a vârfului semnalului și o accentuare a asimetriei în raport cu verticala vârfului.

Calculule prin metoda estimărilor iterative permit o apreciere mai precisă a distorsiunilor semnalului de citire datorate interferenței tranzițiilor apropiate, ope-

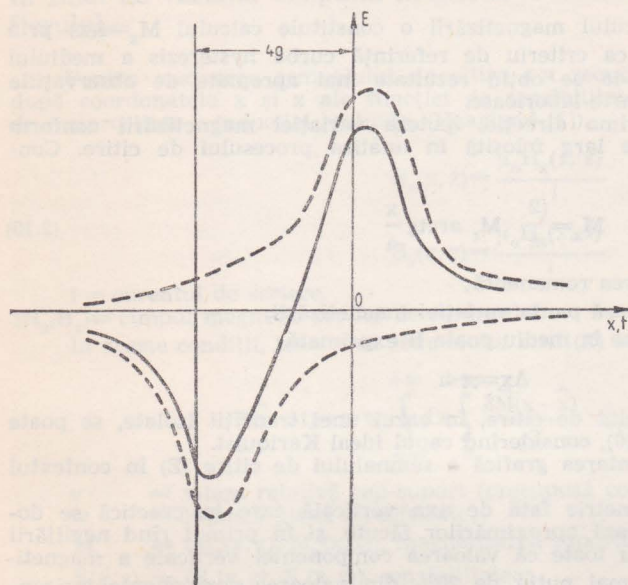


Fig. 2.21. Influența unei tranziții situate la o distanță 4 g asupra semnalului de citire (după [2]).

luată în considerare în cazul analizării înregistrărilor, ținând cont că grosimea mediului magnetic nu poate fi neglijată.

Calculul distribuției magnetizării în raport cu axa z este deosebit de complex și sînt greu de citat în literatura de specialitate lucrări cu rezultate concludente în această direcție pînă la ora actuală. Totuși, s-au realizat unele rezultate în tratarea calitativă a acestei probleme. Astfel, prin considerarea unei variații liniare, de pantă  $m$ , a magnetizării în raport cu axa z, Chang și Perez [22] pun în evidență distorsiunile semnalului de citire considerînd și parametrul  $m$ .

Pornind de la o distribuție a magnetizării de forma:

$$\begin{aligned} M_x(x, z) &= \frac{2}{\pi} M_{rx} \arctg \frac{x - m \cdot z}{a} \\ M_z(x, z) &= \frac{2}{\pi} M_{rz} \arctg \frac{x - m \cdot z}{a} \end{aligned} \quad (2.12)$$

și considerînd  $M_{rz}/M_{rx} = 0,1$  se poate evalua influența pantei  $m$  asupra semnalului de citire.

Deplasarea coordonatei vârfului datorată variației verticale a magnetizării, crește odată cu parametrul  $m$  dar nu depășește 20% din perioada  $T = \frac{2\pi}{\lambda}$ , în cazul unei înregistrări sinusoidale.

Din cele prezentate mai sus se pot desprinde cîteva observații cu privire la procesul de citire:

a) O analiză riguroasă a procesului de citire nu s-a realizat datorită dificultăților calculării distribuției magnetizării în urma procesului de

rînd asupra unor tranziții scrise, secvențial și nu prin superpoziția unor tranziții izolate. Prin această metodă Potter și Shmullian [24] au apreciat reducerea maximă de amplitudine datorată interferenței tranzițiilor adiacente la 20% iar deplasarea maximă a coordonatei vârfului la 30% din  $g$ .

Un alt tip de distorsiuni ale semnalului de citire în raport cu semnalul ideal îl constituie distorsiunile datorate distribuției neuniforme a cîmpului magnetic pe axa z. În considerațiile anterioare, distribuția magnetizării s-a considerat ca fiind uniformă în raport cu grosimea mediului ( $M_x = f(x)$ ,  $M_z = f(x)$ ). Totuși, din ecuațiile (2.4) și (2.5) rezultă o variație neuniformă a cîmpului de scriere în raport cu axa z, care trebuie



scriere; calculele disponibile se bazează pe aproximări și ipoteze simplificatoare care dau o imagine calitativă a procesului;

b) aproximarea general acceptată pentru caracterizarea primară a procesului de citire constă în considerarea uniformă a variației verticale și a distribuției de tip arctangentă pe axa  $x$  a magnetizării. Acestor ipoteze le corespunde în cazul unei tranziții izolate un impuls simetric față de axa vârfului dar deplasat față de centrul tranziției (fig. 2.20, curba C).

c) Semnalul de citire observat experimental în cazul unor tranziții succesive este distorsionat în raport cu semnalul calculat; distorsiunile se manifestă prin reducerea amplitudinii, prin deplasarea vârfului impulsului în raport cu centrul tranziției și prin asimetria impulsului;

d) o cauză importantă a distorsiunilor semnalului de citire o constituie interferența tranzițiilor în cazul înregistrărilor de densitate ridicată („bit-crowding”); ele se manifestă prin reducerea amplitudinii și deplasarea vârfului impulsului.

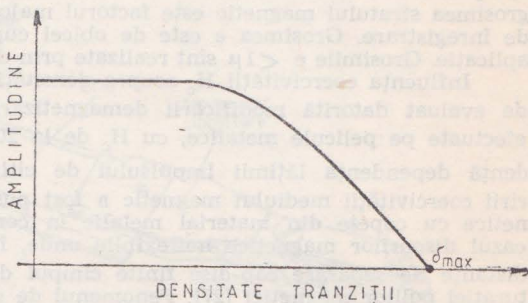


Fig. 2.22. Curba densității liniare a unui ansamblu cap suport.

Aceste distorsiuni pot fi evaluate analitic și prevăzute în cazul diferitelor metode de înregistrare (precompensare).

**Creșterea densității de înregistrare. Limitări.** În condițiile unui ansamblu cap-suport bine definit, posibilitățile de obținere a unui semnal de citire de amplitudine convenabilă în raport cu zgomotul sînt limitate față de creșterea densității de înregistrare.

Curba de densitate liniară (fig. 2.22) exprimă variația amplitudinii semnalului de citire cu creșterea frecvenței de înregistrare pentru un context cap-suport definit.

Numeroase eforturi se depun la ora actuală pentru modificarea anumitor parametri ai interfeței cap-suport în scopul obținerii unei curbe de densitate liniară cu  $\delta_{\max}$  cît mai mare. Pe de altă parte, pentru utilizarea zonei apropiate de  $\delta_{\max}$  lanțul de amplificare a semnalului de citire trebuie să fie proiectat corespunzător.

În analiza teoretică a limitei superioare a densității de înregistrare cea mai cunoscută metodă constă în determinarea valorii minime a lungimii tranziției ( $a_{\min}$ ) ce se poate produce într-un mediu dat, prin egalarea cîmpului de demagnetizare cu coercivitatea mediului [26]. Pentru o distribuție arctangentă a magnetizării se obține la limită, relația:

$$a_{\min} = \frac{e}{4} \left( \operatorname{cosec} \frac{H_c}{8 \cdot I_r} - 1 \right), \quad \text{unde} \quad (2.13)$$

$I_r$  = intensitatea magnetizării remanente.

Din această relație se observă că pentru micșorarea lui  $a$  trebuie ca produsul  $e \cdot \frac{I_r}{H_c}$  să fie cît mai mic.



Aceasta se realizează prin compromis deoarece:

a) valori mici ale produsului  $e \cdot I_r$  au ca efect o amplitudine mică a semnalului de citire;

b) valori mari ale lui  $H_c$  necesită curenți mari de scriere, ce pot introduce constante de timp suplimentare și pot determina depășirea inducției de saturație a polilor capului magnetic.

Din relația (2.13) se poate deduce că pentru înregistrări magnetice de mare densitate grosimea stratului magnetic trebuie să fie cât mai mică, iar coeficientul  $I_r/H_c$  de asemenea cât mai mic. Din experimentările practice a rezultat faptul că grosimea stratului magnetic este factorul major în obținerea unor densități ridicate de înregistrare. Grosimea  $e$  este de obicei cuprinsă între 0,1 și 20  $\mu$  în funcție de aplicație. Grosimile  $e < 1 \mu$  sînt realizate prin depuneri peliculare.

Influența coercitivității  $H_c$  asupra densității de înregistrare ( $\delta_p$ ) este mai dificil de evaluat datorită modificării demagnetizării odată cu  $H_c$ . Totuși, experiențele efectuate pe pelicule metalice, cu  $H_c$  de la 20 Oe la 1000 Oe [28], au pus în evidență dependența lățimii impulsului de citire de  $H_c$ . Efectul pozitiv al măririi coercitivității mediului magnetic a fost pus în evidență în cazul benzilor magnetice cu capete din material metalic în contact cu suportul, dar mai puțin în cazul discurilor magnetice neflexibile unde, în condițiile unui  $H_c$  mare și a unei distanțe de separare cap-disc finite cîmpul de scriere se poate situa în zona saturației polilor magnetici [27]. Fenomenul de saturație este favorizat și de tendința de micșorare a lungimii întrefierului pentru obținerea unui cîmp de scriere concentrat spațial.

Obținerea unor densități de înregistrare ridicate, necesită considerarea tuturor parametrilor interfeței cap-suport, stabilirea acestora făcîndu-se prin compromis, datorită unor efecte contradictorii ale acestor parametri.

#### 2.4.2. Capul de scriere/citire

Capul propriu-zis este reprezentat de miezurile bobinate de înregistrare. Acestea sînt înglobate într-un corp care, împreună cu elementele sale de susținere, formează ceea ce în general se numește „cap de scriere/citire” (ansamblu cap).

Așa cum s-a arătat, procesul de scriere/citire impune capului o serie de condiții mecanice și magnetice. Dintre acestea, distanța cap-disc și modalitățile de menținere a acesteia la valorile mici și constante determină, în mare parte, construcția specifică a capetelor unităților de discuri magnetice. Se disting, din acest punct de vedere, două categorii de capete: 1) cu contact și 2) plutitoare (fără contact).

*Capetele cu contact* permanent permit reducerea teoretic la zero a distanței cap disc dar, datorită frecării, limitează viteza de rotație a discului. Încercările de a elabora și produce capete cu contact la discuri rigide cu viteze mari de rotație nu au dat, pînă în prezent, rezultate satisfăcătoare, utilizarea lor limitîndu-se la unitățile cu discuri flexibile.

*Capetele plutitoare*, fără contact sau cu contact temporar, realizează menținerea distanței cap-disc la valori mici și constante precum și eliminarea sau reducerea uzurii mecanice. În acest capitol se vor prezenta, în special, problemele specifice acestor capete utilizate în majoritatea tipurilor de unități cu discuri magnetice.

Ansamblul capului conține în configurația sa obișnuită (fig. 2.23).

1) placa portantă, în care sînt înglobate miezurile de scriere/citire; 2) articulația elastică a plăcii portante; 3) brațul de susținere a plăcii portante, prin intermediul căruia se face fixarea pe carul port-capete; 4) arcul de apăsare a plăcii portante (arcul bratului) și 5) un element al



mecanismului de „încărcare” a capului. Ansamblul astfel descris constituie un lagăr aerodinamic axial oscilant.

Elementele componente enumerate mai sus se regăsesc, într-o formă sau alta, la toate capetele plutitoare. Marea diversitate de unități cu discuri magnetice, evoluția lor continuă, a condus însă la apariția a nu-

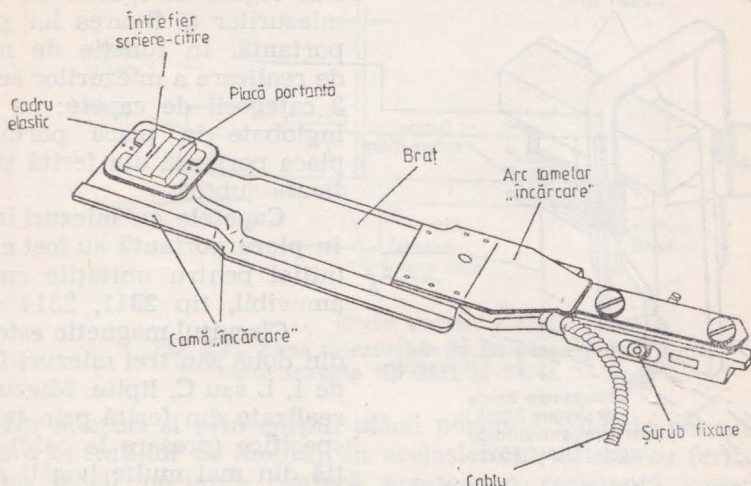


Fig. 2.23. Ansamblu cap scriere-citire (tip 3330, 4040 bpi).

meroase tipuri de capete cu particularități constructive și funcționale. În tabelul 2.7 din anexă, vol. 2, pag. 216 se prezintă o clasificare a capetelor utilizate în unitățile care se produc în prezent.

<b>Tabelul 2.7</b> volumul 2, pag. 216
--

După cum se observă *capetele mobile*, deplasate radial de către un sistem de poziționare, sînt de obicei *singulare* — conțin un singur întrefier de scriere/citire.

*Capetele fixe*, utilizate în unitățile cu discuri fixe, conțin mai multe întrefieruri, alocate fiecare cîte unei piste (capete multiple), eliminîndu-se astfel necesitatea mișcării de poziționare. Forma și dimensiunile plăcii portante, configurația brațului, modul de încărcare, diferă în aceste două cazuri.

În cazul utilizării *capetelor fără contact* (care nu ating discul în timpul unei funcționări normale) este necesar mecanismul de încărcare pentru apropierea plăcii portante de suprafața discului, după ce acesta a atins viteza de regim. Condițiile specifice unităților cu discuri fixe (cu capete amplasate în aceeași incintă etanșă cu discurile) au determinat elaborarea *capetelor plutitoare cu contact temporar* care se află în contact cu discul la pornirea acestuia, filmul portant de aer formîndu-se pe măsură ce viteza de rotație crește. Astfel, la aceste capete este eliminat mecanismul de încărcare.

Performanțele capetelor și îndeplinirea cerințelor specifice ale unităților rezultă în special din modalitățile de rezolvare a problemelor legate de: 1) realizarea miezurilor; 2) a plăcilor portante și 3) a elementelor de articulare și fixare a acestora.



**Miezurile de scriere/citire.** Obiectivele urmărite în realizarea miezurilor de scriere/citire sînt: obținerea întrefierului de dimensiuni mici, avînd circuit magnetic corespunzător și utilizarea unor materiale cu proprietăți magnetice și mecanice superioare. Dificultățile tehnologice sînt legate în special de execuția miezurilor și fixarea lor pe placa portantă. În funcție de metodele de realizare a miezurilor se disting 3 categorii de capete: cu miezuri înglobate în placa portantă, cu placa portantă din ferită și cu policule subțiri.

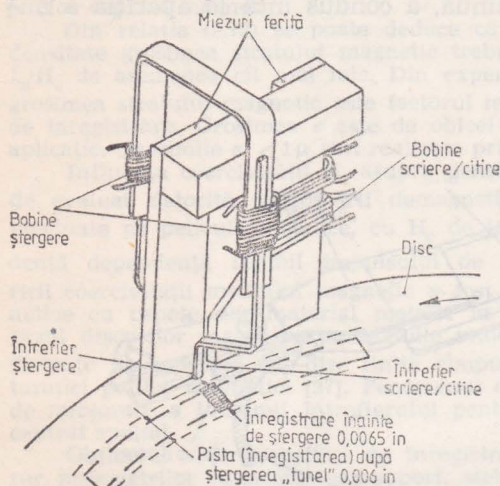


Fig. 2.24. Miezuri în placa portantă (cap tip 2314, unitate ISS714).

întrefierului fără prelucrări mecanice. Miezurile sînt distanțate cu ajutorul unei pelicule din material nemagnetic depuse, înainte de asamblare, în zona întrefierului. La capetele tip 2311 și 2314, se adaugă lateral miezurile bobinate de ștergere tunel (fig. 2.24) realizate de obicei din materiale metalice (de exemplu Hymu). Ștergerea tunel este introdusă pentru a înlătura efectul nedorit pe care slăbirea magnetizării la marginile pistei îl are asupra citirii în condițiile erorilor de aliniere a capetelor. După ștergere se obține o lățime înregistrată mai mică dar cu magnetizare puternică și relativ constantă.

Placa portantă în care sînt înglobate miezurile este executată din ABS, sau material ceramic și este prevăzută cu o decupare. Fixarea miezurilor se face, în general, cu rășină epoxi.

Odată cu mărirea densităților de înregistrare, dimensiunile întrefierului de scriere citire au fost reduse (tabelul 2.8. din anexă, vol. 2; pag. 216). De asemenea, la capetele 3 330 și cele ulterioare s-a renunțat la ștergerea tunel, dat fiind și îmbunătățirea caracteristicilor acoperirii discurilor, creșterea preciziei de poziționare etc.

<b>Tabelul 2.8 volumul 2, pag. 216</b>
--

Capetele tip 2 311, 2314 și 3 330 sînt utilizate și la alte tipuri de unități: cu discuri amovibile (încasetate) sau cu discuri fixe. Densitatea lineară maximă obținută pînă în prezent cu capete realizate în această tehnologie este 6 000 bpi. Trebuie de asemenea remarcat că o tehnologie asemănătoare este utilizată și pentru realizarea miezurilor capetelor cu contact de la unitățile de discuri flexibile.



Capetele cu placa portantă din ferită au fost concepute pentru unitățile cu discuri fixe. Construcția lor se caracterizează prin faptul că întreaga placă portantă este executată din ferită, iar miezurile bobinate se fixează prin lipire cu rășină epoxidică. Circuitul magnetic se în-

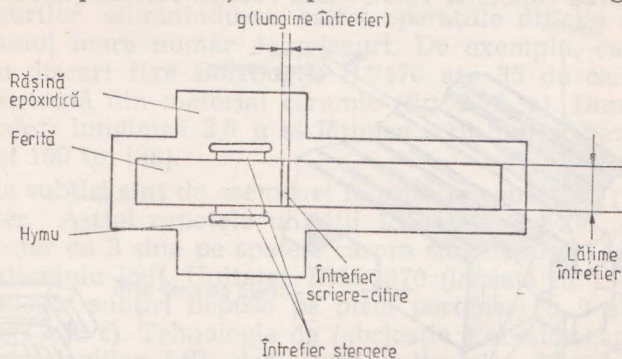


Fig. 2.25. Zona miezurilor de pe placa portantă (capete tip 2311 și 2314).

chide prin miezuri și prin corpul plăcii portante. Metoda permite o simplificare a operațiilor de montaj. În același timp, utilizarea feritei pentru realizarea plăcii portante conferă acestuia o rezistență superioară la uzură.

Capetele multiple pentru unitățile cu discuri fixe IBM 2 305 (fig. 2.37) sînt realizate prin lipirea miezurilor bobinate în formă de C pe spatele plăcii portante executate din ferită de densitate înaltă [37]. Lățimea întrefierurilor în acest caz este relativ mare — 0,431 mm.

Plăcile portante din ferită oferă avantaje îndeosebi la capetele cu contact temporar. Pe de o parte permit obținerea unei suprafețe portante reduse, iar pe de altă parte rezistă bine la uzură. Un astfel de cap este cel folosit în unitatea IBM 3 735. Capul are 3 zone portante din ferită, una din ele fiind constituită din miezurile de scriere-citire (fig. 2.26 și fig. 2.38 a). La capul Winchester, întîlnit cu denumirea „tri-rail” elaborat inițial pentru unitățile cu „data module”, miezul bobinat este de asemenea lipit pe spatele plăcii portante în dreptul „șinei” centrale (fig. 2.27). Prin țesirea pereților șinei se pot realiza lățimi diferite ale întrefierului. De asemenea, forma miezului permite o reluctanță minimă a întrefierului parazit. Capul Winchester pentru unitățile cu „data module” (IBM 3 348) are o lățime a întrefierului sub 0,1 mm corespunzînd unei densități radiale de 300 tpi [37]. Prin atașarea a cîte unui miez

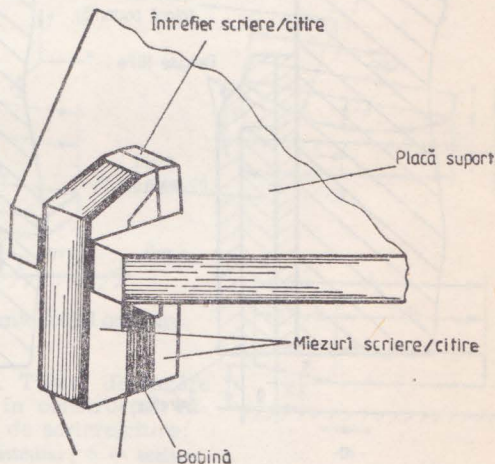


Fig. 2.26. Miezurile de scriere/citire la capul IBM 3735.



la fiecare șină a plăcii portante se pot obține capete multiple cu 3 întrefieruri utilizate în unități cu discuri fixe (fig. 2.28).

**Capete cu pelicule subțiri.** Peliculele subțiri au început să fie aplicate la realizarea capetelor relativ mai recent. Miezul (circuitul magnetic)

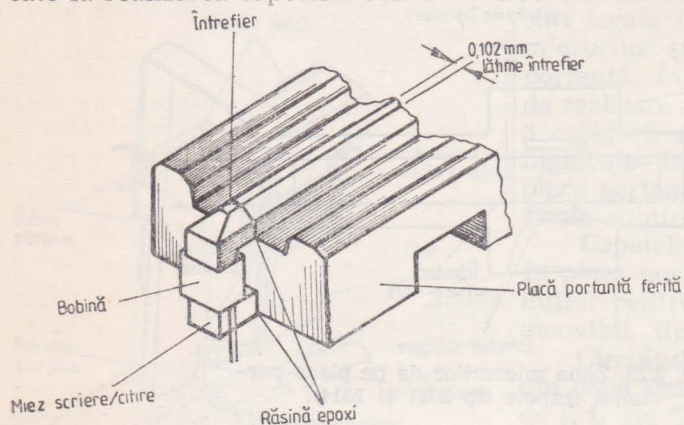


Fig. 2.27. Fixarea miezului de scriere/citire pe spatele plăcii portante la capul Winchester.

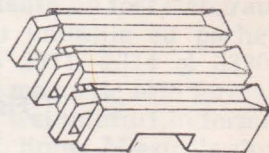


Fig. 2.28. Cap Winchester multiplu.

este format de 2 straturi de material feromagnetic, permalloy, de exemplu. Între acestea este depus stratul de cupru care formează bobina (cu una sau mai multe spire). În cazul capului cu o singură spirală (fig. 2.29, a) întrefierul este dat de grosimea stratului de cupru. La capetele cu mai

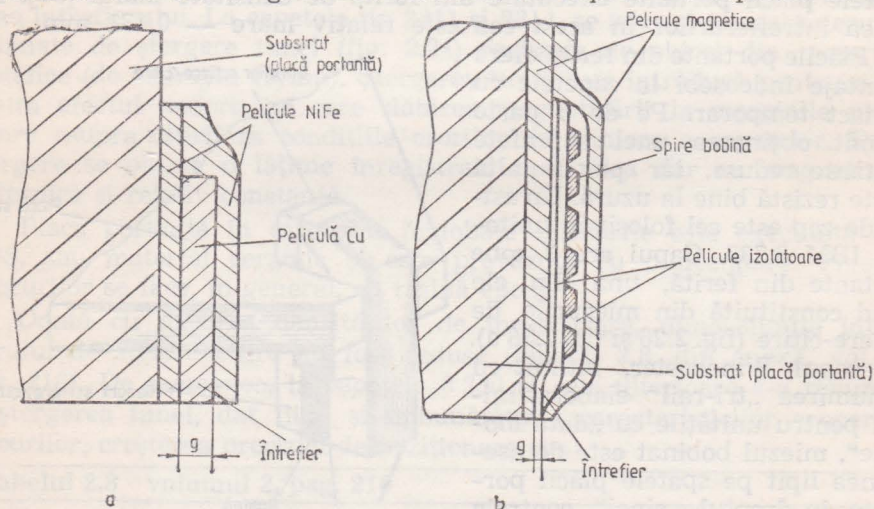


Fig. 2.29. Cap cu pelicule subțiri:  
a — Borroughs B9470 (o spirală); b — IBM 3370.

multe spire (fig. 2.29. b), întrefierul poate fi format independent cu o peliculă izolatoare mai subțire depusă între straturile de permalloy, ceea ce permite densități mai mari. Un alt avantaj al capetelor cu mai multe spire constă în faptul că permit curenți de scriere reduși. Straturile mag-



netice, conductoare și izolatoare se obțin prin depuneri succesive și fotolitografiere.

Metoda peliculelor subțiri aduce avantaje importante în realizarea capetelor multiple. În acest caz măștile de depunere cuprind circuitele tuturor miezurilor eliminându-se astfel operațiile dificile de lipire sau înglobare a unui mare număr de miezuri. De exemplu, capul multiplu al unității cu discuri fixe Borroughs B 9470 are 35 de canale realizate pe o placă portantă din material ceramic (fig. 2.29. a). Dimensiunile înțrefierurilor sînt: lungimea  $3,6 \mu$  și lățimea  $0,19 \text{ mm}$  și permit densități de 4 900 bpi și 100 tpi [38].

Peliculele subțiri sînt de asemenea folosite la capete cu plăci portante tip Winchester. Astfel capetele unității ISS/Univac 8450 au plăci portante Winchester cu 3 șine pe spatele cărora sînt depuse 3 bobine cu cîte 11 spire de aluminiu [56]. Unitatea IBM 3370 (lansată în 1980) utilizează capete cu pelicule subțiri depuse pe plăci portante cu 2 șine (densități 11 000 bpi (fig. 2.38 c). Tehnologia de fabricație a acestor capete este asemănătoare tehnologiilor LSI, depunerea peliculelor făcîndu-se pe plăci substrat („wafer”) care sînt apoi tăiate în benzi, prelucrate pentru obținerea profilului aerodinamic, etc.

Aplicarea tehnologiei peliculelor subțiri la capetele de scriere/citire oferă rezerve serioase pentru mărirea în continuare a densităților de înregistrare datorită în special, posibilității de a obține înțrefieruri de dimensiuni mici.

**Capul-lagăr aerodinamic.** Capetele de scriere citire plutitoare constituie poate cea mai importantă utilizare în prezent a lagărului aerodinamic axial.

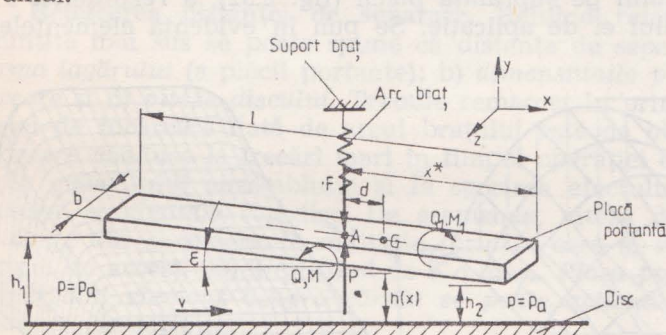


Fig. 2.30. Configurația lagărului aerodinamic axial oscilant.

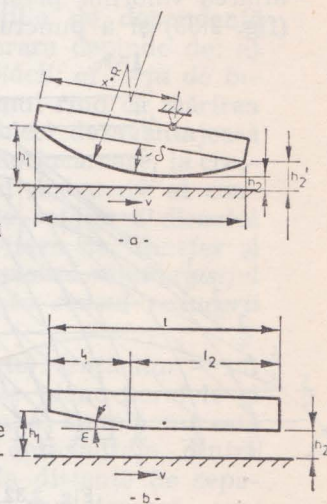


Fig. 2.31. Tipuri de lagăre utilizate în construcția capetelor de scriere/citire:  
a — lenticular; b — țesit.

În ansamblul capului (fig. 2.23) se regăsesc toate elementele componente ale acestui tip de lagăr (fig. 2.30).

Între suprafața plăcii portante și suprafața discului în mișcare se formează un film de aer grosime  $h(x)$  variabilă. După cum se știe, datorită vitezei relative a suprafețelor și a variației grosimii filmului de



aer, în acesta se produc tensiuni de frecare care, în virtutea ecuațiilor de mișcare a fluidului, conduc la apariția unei distribuții de presiuni.

Rezultanta  $P$  a presiunilor pe placa portantă este echilibrată de forța  $F$  a arcului lamelar al brațului. Articulația elastică a plăcii portante permite mișcări ale acesteia în jurul axelor  $x$  și  $z$  paralele cu suprafața discului. Momentele rezistente  $Q$  și  $Q_1$  ale articulației echilibrează momentele de răsturnare  $M$  și  $M_1$  date de presiunile pe placă.

Distribuția presiunilor pe placa portantă poate fi definită de una din formele cunoscute ale ecuației lui Reynolds [31]:

$$\frac{\partial}{\partial X} \left( H^3 \cdot P \cdot \frac{\partial P}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left( H^3 \cdot P \cdot \frac{\partial P}{\partial Z} \right) = \Lambda \cdot \frac{\partial}{\partial X} (P \cdot H) \quad (2.14)$$

$$\frac{\partial}{\partial X} \left( H^3 \cdot P \cdot \frac{\partial P}{\partial X} \right) + \frac{\partial}{\partial Z} \left( H^3 \cdot P \cdot \frac{\partial P}{\partial Z} \right) = \Lambda \cdot \frac{\partial}{\partial X} (P \cdot H) + \sigma \frac{\partial}{\partial T} (P \cdot H) \quad (2.15)$$

unde:  $X=x/l$ ,  $Z=z/l$ ,  $H=h/h_2$ ,  $T=\omega \cdot t$ ,  $P=p/P_a$  (parametrii normalizați)  $\Lambda=6 \cdot \mu \cdot V \cdot l / (h_2 \cdot P_a)$  (cifra lui Harrison),  $\sigma=12 \mu \cdot \omega \cdot l^2 / (h(O) \cdot P_a)$ , iar  $P_a$  — presiunea mediului;  $V$  — viteza lineară a suprafeței discului,  $h_2$  — grosimea minimă a filmului de aer,  $l$  — lungimea plăcii portante,  $\omega$  — pulsația unei perturbații exterioare. Forma (2.14) a ecuației ia în considerație compresibilitatea aerului și este de obicei utilizată în calculul plăcilor portante fără contact. Forma (2.15) se referă la lagărul finit cu aer compresibil și nestaționar fiind utilizată în cazul capetelor cu contact temporar la care, în timpul pornirii și opririi discului, grosimea filmului de aer scade pînă la valori de același ordin de mărime cu drumul mediu molecular  $\lambda(\lambda/h > 10^{-2})$  [36].

Rezolvarea ecuației lui Reynolds (prin metode numerice) conduce la aflarea valorilor presiunii pe suprafața plăcii (fig. 2.32), a rezultantei  $P$  (fig. 2.33) și a punctului ei de aplicație. Se pun în evidență elementele

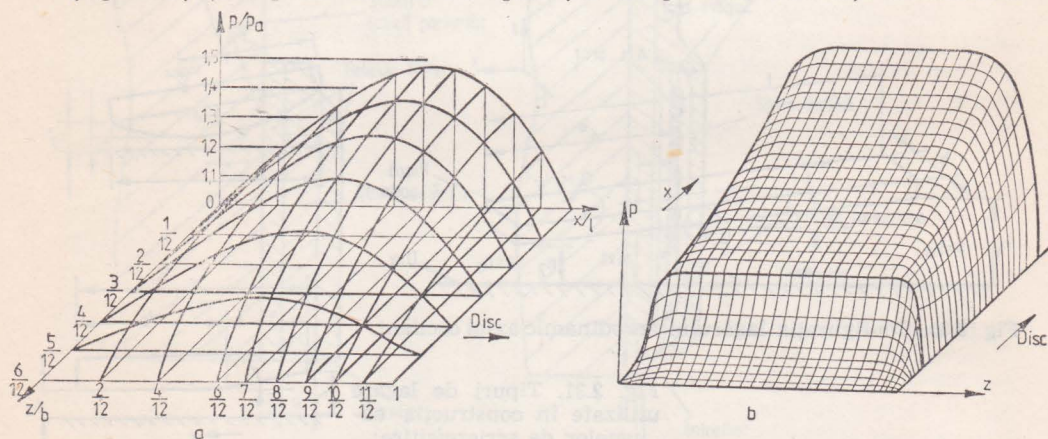


Fig. 2.32. Distribuția presiunilor pe placa portantă:

a — placă portantă circulară asimetrică — lagăr lenticular (cap. IBM 2311, [32]); b — placă portantă teșită (cap. IBM 2305 [37]).

de care depinde rezultanta presiunilor și distribuția lor: forma lagărului (a plăcii portante) deci variația  $h(x)$ , suprafața plăcii și raportul  $h/l$ , viteza lineară a discului, și, în special, grosimea filmului de aer (distanța de separare).



Problema alegerii acestor parametri pentru capetele de scriere/citire se pune într-un mod oarecum diferit de majoritatea celorlalte aplicații industriale ale lagărului aerodinamic în sensul că se urmărește, nu o forță portantă mare, ci o grosime a filmului de aer cât mai mică. Cele două condiții esențiale avute în vedere la proiectarea și realizarea cape-

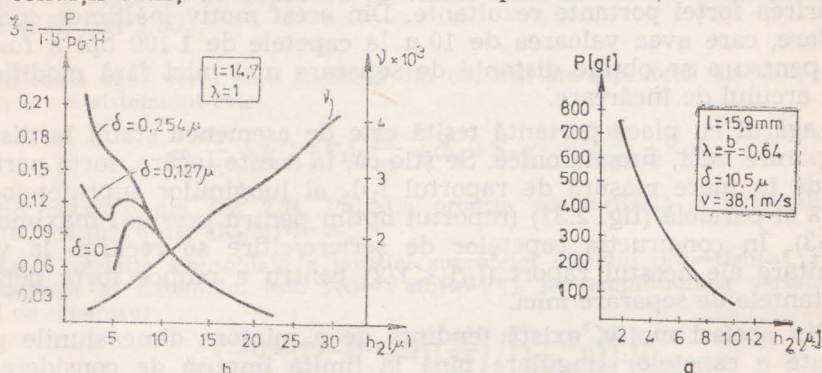


Fig. 2.33. Rezultanta presiunilor în funcție de distanța de separare (lagăre lenticulare). Rezultate obținute prin integrare numerică [31], [32].

telor lagăr aerodinamic sînt: 1) obținerea unei distanțe de separare mici (micronică sau submicronică) cu o forță de încărcare redusă și 2) menținerea constantă a acestei distanțe în condițiile funcționării dinamice a ansamblului.

**Reducerea distanței de separare.** Reluînd relațiile de dependență amintite mai sus se poate spune că distanța de separare depinde de: a) forma lagărului (a plăcii portante); b) dimensiunile plăcii; c) forța de încărcare și d) viteza discului. Trebuie remarcat în primul rînd că mărirea forței de încărcare dată de arcul brațului este de obicei dezavantajoasă deoarece conduce la frecări mari în timpul operației de încărcare, la creșterea gabaritului ansamblului și la sporirea efectului distructiv al contactelor accidentale cap-disc. De asemenea, viteza de rotație a discului se alege din considerente multiple (printre care și viteza de transfer și timpul de acces), tendința fiind de a o mări. Placa portantă rămîne astfel principalul element asupra căruia se poate acționa în sensul reducerii distanței de separare.

Se utilizează două tipuri de lagăr (de plăci portante): *lenticular* — cu suprafața circulară asimetrică și *teșit* — cu suprafețe plane paralele și înclinate (fig. 2.31). Placa portantă cu suprafața plană simplă nu este utilizată la capetele de scriere/citire datorită unor dezavantaje, dintre care cel mai serios este fenomenul de instabilitate la distanțe de separare  $h_2$  mici, pus în evidență de W. Gross [31] și care se datorează compresibilității aerului. Raportul înălțimilor  $h_1/h_2$  variază cu cifra lagărului  $\Lambda$ , deci cu distanța minimă  $h_2$ , ceea ce duce la deplasarea poziției rezultantei presiunilor și la variația unghiului  $\epsilon$  de înclinare a plăcii. La distanțe  $h_2$  mici placa poate deveni paralelă cu discul, forța portantă dispărînd (curba  $\delta = 0$  în fig. 2.33 b),  $\delta$  reprezentînd aici înălțimea coroanei circulare).



Lagărul lenticular, la care suprafața plăcii portante este cilindrică, elimină aceste dezavantaj, filmul de aer menținându-se și la distanțe  $h_2$  mici, de ordinul micronilor și submicronice. Comportarea, din acest punct de vedere, este cu atât mai bună cu cât înălțimea coroanei circulare  $\delta$  este mai mare (fig. 2.33, b). Pe de altă parte însă, mărirea valorii  $\delta$  conduce la mărirea forței portante rezultante. Din acest motiv înălțimea coroanei circulare, care avea valoarea de  $10 \mu$  la capetele de 1 100 bpi a fost redusă pentru a se obține distanțe de separare mai mici fără modificarea forței arcului de încărcare.

Lagărul cu placa portantă teșită este de asemenea stabil la distanțe de separare mici, submicronice. Se știe că, la aceste lagăre, forța portantă depinde în mare măsură de raportul  $l_1/l_2$  al lungimilor suprafețelor înclinată și paralelă (fig. 2.31) (raportul optim pentru presiuni maxime este  $l_1/l_2=3$ ). În construcția capetelor de scriere/citire se recurge la valori subunitare ale acestui raport ( $l_1/l_2 < 1/2$ ) pentru a reduce forța portantă la distanțele de separare mici.

Din același motiv, există tendința de a micșora dimensiunile plăcii portante a capetelor singulare pînă la limita impusă de considerentele tehnologice de execuție și montare. De asemenea, suprafața portantă este redusă și prin execuția unor găuri sau canale longitudinale în placă. Acestea au totodată ca efect și îmbunătățirea stabilității lagărului.

**Mentținerea constantă a distanței de separare.** Această condiție ridică problema comportării dinamice a ansamblului cap. După cum s-a arătat la începutul acestui capitol, placa portantă are 3 grade de libertate: deplasarea pe direcția  $y$  perpendiculară pe disc și rotațiile în jurul celor 2 axe paralele cu discul  $x$  și  $z$ . Caracterizată printr-o masă  $m$  și momentele de inerție  $I_x$  și  $I_z$ , placa portantă se află în echilibru dinamic sub acțiunea forțelor și momentelor date de filmul portant de aer și de arcurile brațului și articulației elastice (fig. 2.30). În timpul funcționării unității de discuri apar o serie de vibrații și șocuri, care constituie perturbații pentru sistemul capului. Dintre acestea, cele mai importante sînt:

— Variațiile poziției suprafeței discului datorate: a) undulațiilor și neregularităților suprafeței discului rezultate din procesul de fabricație și b) bătăilor broșei.

— Vibrațiile carului port capete în timpul mișcărilor de poziționare și blocare pe pistă;

— Procesul de încărcare a capetelor (sau contactele cap-disc la capetele cu contact temporar).

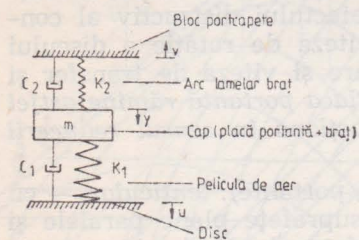


Fig. 2.34. Model dinamic simplificat a ansamblului capului de scriere/citire.

Utilizarea lagărului aerodinamic în construcția capetelor de scriere/citire se explică tocmai prin abilitatea acestuia de a răspunde perturbațiilor (pînă la anumite limite) printr-o variație mică a distanței de separare.

Stabilitatea lagărului poate fi apreciată prin tratarea sa ca sistem elastic linear (fig. 2.34), luînd în considerație doar deplasarea perpendiculară pe disc. Acest model este utilizat în mod curent pentru aprecieri calitative asupra comportării lagărului ([31], [33]). Efectul filmului de



aer poate fi aproximat cu efectul unui element elastic cu constanta  $K_1$  și al unui amortizor viscos cu coeficientul  $C_1$ .

La variații mici ale distanței de separare  $K_1$  și  $C_1$  pot fi considerate constante. De altfel, variația aproximativ lineară a forței portante în funcție de distanța de separare la valori mici ale acesteia se poate observa și în fig. 2.33.

În cazul unor perturbații constând din oscilații ale suprafeței discului, ecuația de mișcare a sistemului este:

$$m \frac{d^2 y}{dt^2} + 2(C_1 + C_2) \frac{dy}{dt} + (K_1 + K_2)y = 2C_1 \frac{du}{dt} + K_1 u \quad (2.16)$$

folosind notațiile din fig. 2.34. Pulsația proprie neamortizată a sistemului este  $\omega_0 = [(K_1 + K_2)/m]^{1/2}$  iar  $(K_2/m)^{1/2} = \omega_2$ .

La o variație sinusoidală a poziției suprafeței discului  $u(t) = U \sin \omega t$ , răspunsul staționar al sistemului este  $y(t) = Y \sin(\omega t + \varphi)$ , iar amplitudinea variației distanței de separare:

$$Y - U = (T_1 - 1) \cdot U \simeq \left[ \left( \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) / \left( 1 - \frac{\omega^2}{\omega_0^2} \right) \right] \cdot U \quad (2.17)$$

Se știe că transmisibilitatea  $T_1$  a unui astfel de sistem are valori apropiate de 1 atunci când  $(\omega/\omega_0) \rightarrow 0$ .

Dat fiind masa mică a plăcii portante și rigiditatea ridicată a filmului de aer ( $K_1 > 10^3$  daN/cm), pulsația proprie a ansamblului cap are valori mari,  $\omega_0 = 10^4 \div 10^5$  rad/s. Deci, într-un domeniu larg al frecvențelor perturbației (până la  $10^3 \div 10^4$  Hz), placa portantă urmărește variațiile poziției suprafeței discului, distanța de separare nemodificându-se. În ceea ce privește răspunsul tranzitoriu se arată [31] că, de asemenea, nu se produc variații apreciable ale distanței de separare cu condiția ca rigiditatea filmului de aer și amortizarea să fie suficient de mari.

În cazul vibrațiilor carului port-capete ( $v$  în fig. 2.34) membrul din dreapta al ecuației (2.16) devine  $(2C_2 \cdot dv/dt + K_2 \cdot v)$ . Aceste vibrații sînt echivalente cu o perturbație:

$$q(t) = \frac{\omega_2^2}{\omega_0^2} \cdot v(t) + \frac{2\zeta \omega_2}{\omega_0^2} \cdot \frac{dv(t)}{dt} \quad (2.18)$$

Se observă că, dacă arcul brațului are o rigiditate mică ( $K_2 \ll K_1$ ) astfel încît  $\omega_2/\omega_0 = [K_2/(K_1 + K_2)]^{1/2} \ll 1$ , valorile  $q(t)$  sînt relativ mici, chiar pentru amplitudini și pulsații mari ale variației  $v(t)$ . Aceasta explică faptul că variațiile poziției carului port capete afectează în mică măsură distanța de separare.

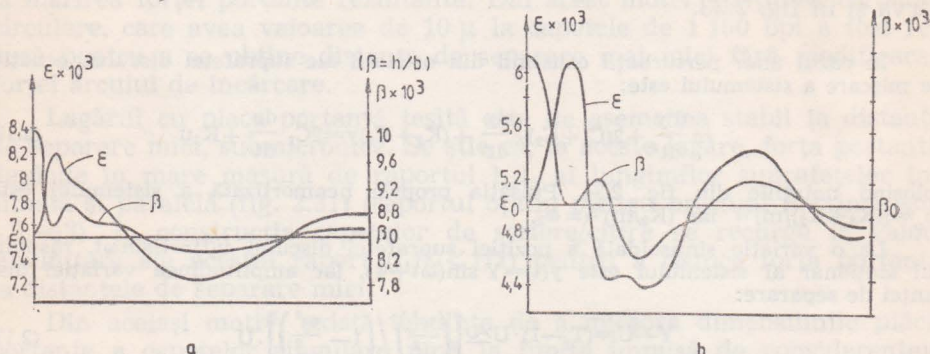
Pentru a avea o imagine mai completă asupra comportării dinamice a ansamblului cap s-a recurs atît la studiul teoretic pe modele mai evaluate care țin cont și de celelalte grade de libertate ale capului ([34], [36]), cît și la studii experimentale, pentru care au fost elaborate numeroase metode de măsurare dinamică a distanței de separare ([40], [41]). Au fost puse în evidență caracteristicile răspunsurilor tranzitorii ale sistemului la diferite tipuri de perturbații și efectul pe care schimbarea parametrilor ansamblului îl are asupra stabilității, etc. În fig. 2.35 sînt prezentate ca exemplu astfel de rezultate obținute prin calcul numeric [24].

Studiul comportării dinamice a permis indicarea condițiilor impuse construcției ansamblului cap pentru a se asigura menținerea constantă a distanței de separare: masă redusă a plăcii portante, constante elastice mici ale arcului de încărcare și ale articulației elastice, distribuții de presiuni pe placa portantă caracterizate prin mai multe maxime, etc.



**Placa portantă.** Urmărind modul de realizare a condițiilor impuse de funcționarea ca lagăr aerodinamic, se pot distinge 3 tipuri constructive de plăci portante.

*Plăcile portante cu suprafața circulară asimetrică* (lagăr lenticular) sînt utilizate la capetele singulare mobile tip 2311, 2314 și 3330 precum



și la unele capete multiple fixe. Pentru a se obține densități de înregistrare mai mari (vezi tabel 2.9) distanța de separare a fost redusă de la cca  $3\mu$  la mai puțin de  $1,3\mu$  prin metodele amintite mai înainte: 1) reducerea înălțimii coroanei circulare, micșorarea suprafeței plăcii și 3) execuția unor găuri și canale în placă (fig. 2.36, tabel 2.9). Forța de încărcare este de 350 gf.

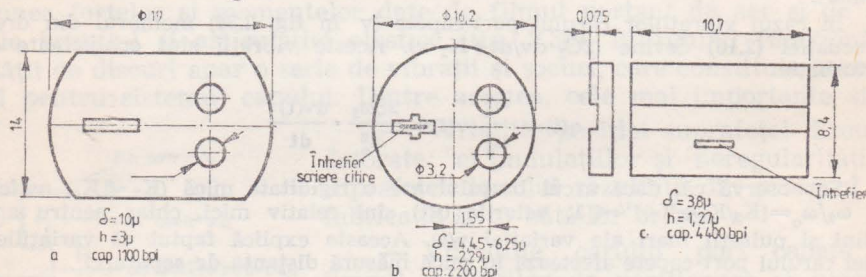
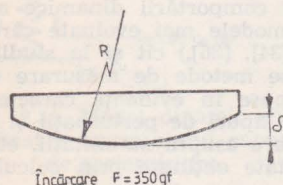


Fig. 2.36. Placa portantă a capetelor utilizate în memoriile cu pachet amovibil.



Plăcile portante de acest tip sînt executate din ABS sau din materiale ceramice și conțin miezuri înglobate. Suprafața portantă este finisată la o rugozitate  $R_a < 0,08\mu$ , iar neregularitățile în zona miezului sînt limitate la mai puțin de  $+0,8\mu$ ,  $-2,5\mu$ .

*Plăcile portante teșite* sînt utilizate îndeosebi la capetele multiple fixe. Deși lungimea  $l_1$  a suprafeței înclinate (teșite) este mică, forța de



încărcare atinge valori mari — peste 1 daN — datorită suprafeței totale mari a plăcii (tabel 2.9). Plăcile portante de acest tip pot fi executate din ferită, miezurile fiind atașate prin lipire (fig. 2.37), sau din material ceramic, care constituie suportul pe care se depun pelicule subțiri (fig. 2.29).

Plăcile portante cu contact temporar au de asemenea suprafețe țesute, dar se caracterizează printr-o suprafață totală portantă foarte redusă. Aceasta conduce la forțe de încărcare mici ( $10 \div 20$  gf), care permit contactul cu discul la pornirea și oprirea acestuia. Pentru a se îmbunătăți stabilitatea dinamică în timpul regimului tranzitoriu de pornire și oprire, zonele portante sînt astfel dispuse încît distribuția de presiuni să prezinte maxime pe conturul sau la colțurile plăcii. Capul IBM 3735, primul de acest tip, avea 3 elemente din ferită cu suprafețe portante fixate pe o placă suport triunghiulară, executată din titanat de bariu (fig. 2.38 a). În prezent, sînt utilizate în special plăci monobloc cu „șine” longitudinale înguste, care constituie zonele portante. Cel mai reprezentativ în acest sens este capul Winchester cu 3 „șine” („tri-rail”) în variantele sale cu un singur întrefier (tip IBM 3348 — fig. 2.27 și 2.38, b) sau cu 3 întrefieruri de scriere/citire (fig. 2.28).

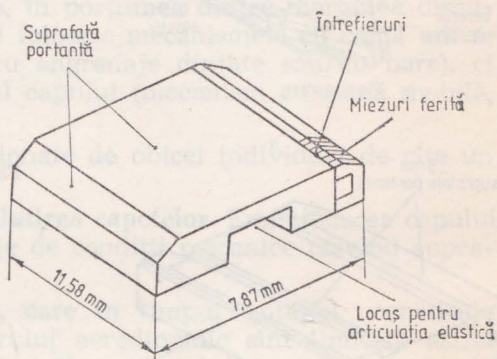


Fig. 2.37. Cap multiplu cu placa portantă din ferită (IBM 2305).

După cum s-a arătat, întrefierurile sînt obținute prin lipirea miezurilor pe spatele plăcii, în dreptul șinelor. Plăcile portante cu contact temporar permit distanțe de separare cap-disc submicronice (tabelul 2.9 în anexă, vol. 2, pag. 217).

#### Tabelul 2.9 volumul 2, pag. 217

**Articulația elastică și brațul.** Articulația elastică realizează prinderea pe braț a plăcii portante, asigurînd posibilitatea de rotație a acesteia în jurul celor 2 axe — radială și tangențială la pistă. Axele materializate trebuie să treacă prin punctul în care se aplică forța de încărcare (punctul de articulare).

La capetele singulare mobile tip 2311, 2314 și 3330, prinderea se realizează cu ajutorul unui cadru elastic, executat din tablă subțire, care se fixează în cîte 2 puncte diametral opuse pe braț (prin sudură în puncte) și pe placa portantă (cu șuruburi sau prin încastrare cu rășini epoxi (fig. 2.39, a). Centrul de rotație este materializat printr-un pin din material plastic, prin intermediul căruia forța dată de arcul brațului se transmite plăcii portante. Brațul este executat din tablă ambutisată, iar arcul său lamelar asigură forța de încărcare (fig. 2.23).

La capetele cu contact intermitent, cadrul elastic și arcul de încărcare sînt executate din aceeași folie de tablă (fig. 2.38, a și 2.39, b). Prin această configurație se elimină unele operații intermediare de asamblare.



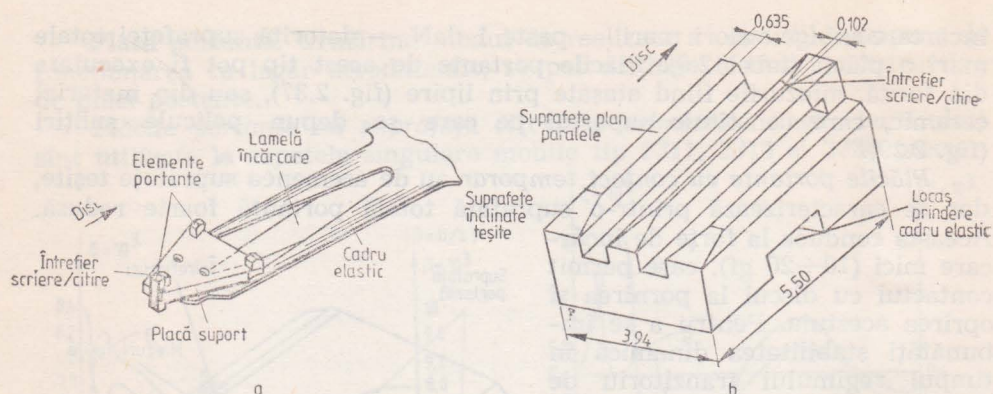


Fig. 2.38. Plăci portante cu contact temporar:

a — cap IBM 3735; b — cap Winchester; c — cap IBM 3370 (Winchester cu 2 „șine”).

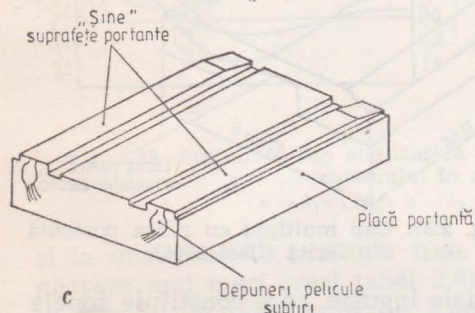
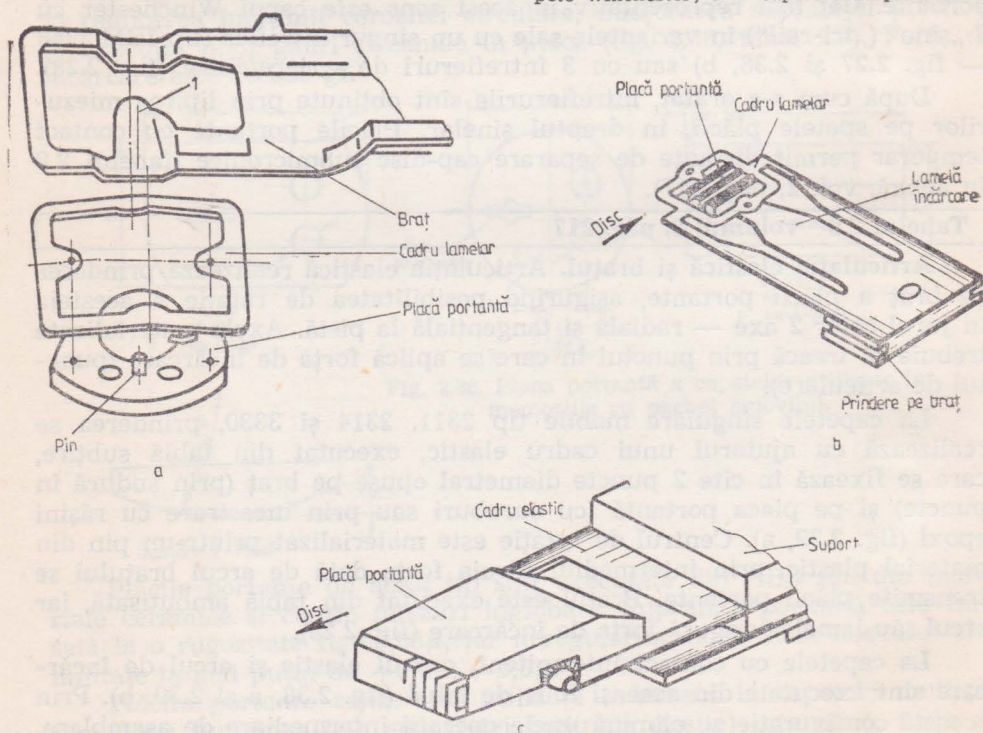


Fig. 2.39. Articulația elastică și prinderea plăcii portante:

a — capete singulare mobile tip 2314; b — capete Winchester; c — capete multiple fixe.





Cadrul elastic se fixează pe un braț rigid care nu mai are decât un rol de susținere.

Pentru capetele multiple fixe se recurge, de asemenea, la configurații cât mai simple ale cadrului elastic, care realizează atât articularea elastică cât și încărcarea (fig. 2.39, c).

**Mecanismul de încărcare.** La unitățile cu capete mobile și discuri amovibile, mecanismul de încărcare realizează apropierea capetelor de suprafața discurilor la primul acces, în porțiunea dintre marginea discului și pista 0. În prezent, nu se mai folosesc mecanismele cu camă unică, relativ complicate (cu transmisie cu angrenaje dințate sau cu bare), ci came individuale profilate în brațul capului (mecanism cu camă mobilă, tachtet fix) (fig. 2.23).

Capetele fixe multiple sînt acționate de obicei individual de cîte un electromagnet.

**Condiții impuse discurilor de plutirea capetelor.** Funcționarea capului — lagăr aerodinamic impune o serie de condiții mecanice privind suprafața discurilor.

Abaterile suprafeței discurilor, care în timpul rotației, constituie perturbații pentru ansamblul lagărului aerodinamic sînt limitate astfel încît să nu fie depășite anumite valori ale variației distanței de separare. Aceste limitări se referă atât la valoarea abaterilor cât și la viteza și accelerația lor și sînt indicate în standardele referitoare la suporturi, precum și în condițiile tehnice de funcționare ale diferitelor tipuri de capete. De exemplu, pentru discurile utilizate în unități cu capete de 1100 și 2200 bpi (tip 2311 și 2314) standardele limitează bătaia la  $\pm 0,125$  mm, viteza la  $\pm 50$  mm/s iar accelerația la  $\pm 50 \cdot 10^3$  mm/s<sup>2</sup> (corespunzînd vitezei de rotație de 2400 rpm).

Suprafața discurilor este finisată după acoperirea magnetică la o rugozitate  $R_a$  cuprinsă între 0,05 și 0,09  $\mu$ .

### 2.4.3. Lanțul de scriere-citire

Lanțul de scriere-citire cuprinde circuitele electronice care preiau informațiile binare și generează comanda înfășurărilor de scriere (și eventual ștergere) în cazul scrierii, iar în cazul citirii, culeg semnalul analogic al înfășurării de citire prelucrîndu-l în semnale binare.

O bună perioadă de timp s-a realizat creșterea densității de înregistrare prin acțiuni asupra calității suportului magnetic și a parametrilor dimensionali ai interfeței cap-disc. În ultimii ani, se remarcă și tendința de creștere a densității prin alegerea unor metode de codificare mai eficiente și prin compensarea slabei rezoluții a capului prin proiectarea adecvată a lanțului de scriere-citire.

Dintre elementele ce trebuie luate în considerare la proiectarea lanțului de lectură se pot enumera lățimea de bandă, raportul semnal/zgomot, distorsiunile de fază proprii semnalului, toleranțele de fază admise pentru ceas, metoda de codificare, implementarea fizică a circuitelor electronice etc.



**Lanțul de scriere.** Funcțiunile principale realizate de lanțul de scriere sînt următoarele:

- a) — serializarea informației
- b) — codificarea informației în raport cu metoda de înregistrare specifică; includerea impulsurilor de sincronizare
- c) comanda înfășurărilor de scriere (și eventual ștergere)

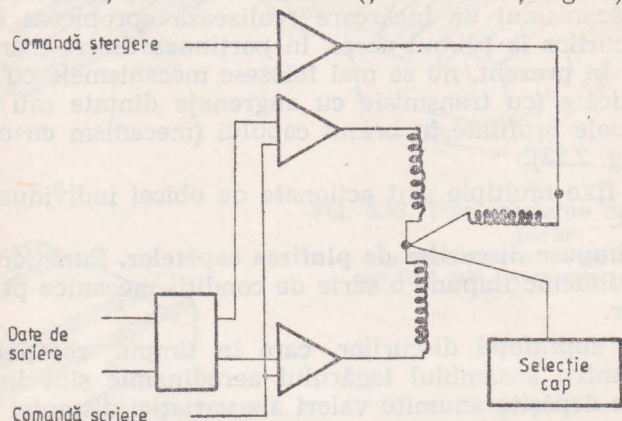


Fig. 2.40. Schema de principiu a lanțului de scriere.

Circuitele lanțului de scriere/citire sînt comune pentru tot ansamblul de capete, așa încît, fiecărei operații de citire sau scriere i se asociază o funcție de selecție a capului.

De obicei, funcțiunile a și b ale scrierii sînt realizate în unitatea de legătură, în unitatea de discuri găsindu-se circuitele de comandă efectivă a înfășurărilor de scriere și ștergere.

Schema de principiu a circuitelor de scriere este indicată în fig. 2.40. Cea mai mare parte a discurilor existente la ora actuală folosesc ca metode de înregistrare metodele de modulație în frecvență, dintre care cea mai cunoscută este metoda „Dublă Frecvență” (DF sau FM). În codificarea corespunzătoare, fiecare celulă elementară conținînd un bit pe disc debutează cu o inversare de flux. Dacă celula conține un „1” logic se efectuează în interiorul său o tranziție suplimentară. Pentru acest cod, forma curentului de scriere va fi ca în fig. 2.41, a.

Deși codul FM este foarte avantajos în ceea ce privește sincronizarea, el nu este deosebit de avantajos ca eficiență. Astfel, pentru o anumită *densitate de tranziții* (exprimată în *tranziții/inch*) realizată în scriere, se obține o valoare de 50% a *densității de date* (exprimată în *biți pe inch-bpi*).

Prin eliminarea unora din impulsurile de sincronizare se poate obține un cod mai eficient. Un astfel de cod (MFM — modulație de frecvență modificată) a fost folosit cu succes de către IBM în modelele 3330 și 3340 realizînd o densitate de 4040 și respectiv 5600 bpi.

Acest cod este folosit actualmente de majoritatea unităților de discuri, incluzînd discurile flexibile ce realizează densități mari de înregistrare.



În codul MFM impulsurile de date sînt scrise în centrul celei elementare, dar impulsurile de sincronizare se scriu la începutul unei celule numai dacă celula precedentă și celula curentă conțin „0”.

Cum rolul impulsurilor de sincronizare este de a menține sincronizarea în absența impulsului de „1”, ele nu mai sînt necesare în cazul prezenței acestora. Eliminarea lor permite o reducere a distanței medii

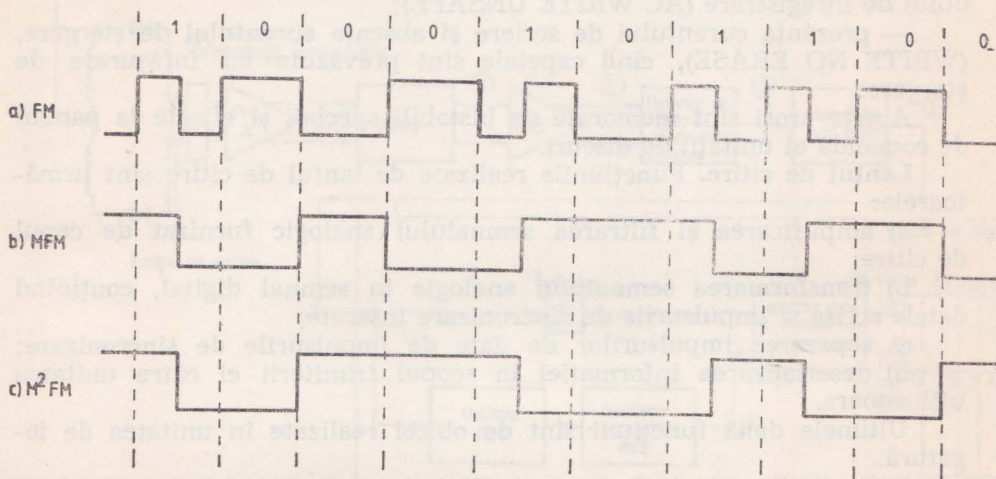


Fig. 2.41. Formele semnalelor de scriere în metoda FM (a), MFM (b), M<sup>2</sup>FM (c).

dintre impulsurile de date mărind astfel densitatea de informații (bpi) fără a depăși frecvența tranzițiilor comparativ cu FM.

O altă variantă de modificare a codului FM cunoscută sub denumirea M<sup>2</sup>FM (fig. 2.41, c) inserează impulsuri de sincronizare numai cînd celula curentă conține „0” iar celula precedentă nu conține „1” sau impuls de sincronizare.

În înregistrările de mare densitate durata minimă dintre tranziții fiind foarte mică, toleranțele în sincronizare sînt mici.

De aceea, se impun precauțiuni suplimentare pentru împiedicarea desincronizării semnalului datorită variațiilor vitezei de rotație a suportului. Aceasta se realizează prin corelarea frecvenței oscilatorului de scriere cu viteza de rotație instantanee a suportului.

La unele unități de discuri, există o pistă preînregistrată cu impulsurile de sincronizare (ex. CDC 6639) folosite atît în scriere cît și în citire. Acestei piste îi este alocat un cap de citire fix. Soluția cea mai răspîndită pentru valori mari atît a densității de piste cît și a densității liniare de înregistrare (vezi IBM 3346, Ampex DM200 etc.) constă în alocarea unei suprafețe și a unui cap de citire pentru sincronizare atît a sistemului de servopозиționare, cît și a oscilatorului de scriere și citire (față și cap „servo”).

Pistele preînregistrate după metoda „dibit” sau „tribit” permit obținerea unor impulsuri de sincronizare a lanțului de scriere/citire corespunzătoare distanței de 16 biți. Aceste impulsuri pilotează un oscilator cu buclă închisă (PLO — phase locked oscillator) care realizează sincronizarea în scriere și citire.



Circuitele de detectare a erorilor în scriere controlează și verifică semnalul în înfășurările de scriere (și eventuali ștergere). De obicei ele furnizează următoarele tipuri de erori:

— nedetectarea curentului de scriere după validarea scrierii (DC WRITE UNSAFE);

— nedetectarea tranzițiilor curentului de scriere corespunzător codului de înregistrare (AC WRITE UNSAFE);

— prezența curentului de scriere și absența curentului de ștergere, (WRITE NO ERASE), când capetele sînt prevăzute cu înfășurare de ștergere.

Aceste erori sînt memorate de bistabili speciali și afișate la panoul de comandă al unității de discuri.

**Lanțul de citire.** Funcțiunile realizate de lanțul de citire sînt următoarele:

a) amplificarea și filtrarea semnalului analogic furnizat de capul de citire;

b) transformarea semnalului analogic în semnal digital, conținînd datele scrise și impulsurile de sincronizare înserate;

c) separarea impulsurilor de date de impulsurile de sincronizare;

d) deserializarea informației în scopul trimiterii ei către unitatea utilizatoare.

Ultimele două funcțiuni sînt de obicei realizate în unitatea de legătură.

Dificultățile principale în reconstituirea unui semnal în înregistrările magnetice de densitate ridicată provin din distorsiunile semnalului datorate interferenței tranzițiilor adiacente (definite în 2.4.1) precum și micșorării raportului semnal/zgomot (vezi curba densității de înregistrare, fig. 2.22).

Semnalul cules de înfășurarea de citire (de ordinul 1—5 mV) poate fi reconstituit relativ ușor la densități mici de înregistrare cînd tranzițiile sînt practic izolate, dar cu dificultate crescîndă pe măsura apropierii tranzițiilor, datorită distorsiunilor de fază și de amplitudine. Ca măsură a capacității capului de citire și a mediului de înregistrare de a furniza un semnal cît mai puțin distorsionat se definește *indicele de rezoluție al capului (IR)*.

Pentru codurile cu modulație în frecvență el se exprimă:

$$IR = \frac{\text{Amplitudinea semnalului de citire la frecvența cea mai înaltă}}{\text{Amplitudinea semnalului de citire la frecvența cea mai joasă}}$$

Din curba densității de înregistrare se poate observa că IR este întotdeauna subunitar.

Un context cap-disc cu o rezoluție mică necesită un lanț de citire mai evoluat pentru compensarea distorsiunilor decît un context cap-disc cu o rezoluție mare.

O structură tipică de lanț de citire pentru înregistrări în codul FM (sau DF) este cea din fig. 2.42.

Structura codului FM prevăzînd cel puțin o tranziție în fiecare celulă elementară de informație, la densitățile uzuale, forma semnalului de citire este practic continuă, conținînd cele două frecvențe și un foarte redus conținut de armonici. Nivelul de referință nefiînd evident în forma semnalului de citire, schema tradițională de detecție prin prag de am-



plitudine nu este potrivită. În acest caz se utilizează detecția de vîrf de impuls printr-un circuit de diferențiere. Fiecare vîrf al semnalului corespunde centrului unei tranziții a magnetizării pe suport cu o eventuală aproximație datorată interfeței tranzițiilor adiacente.

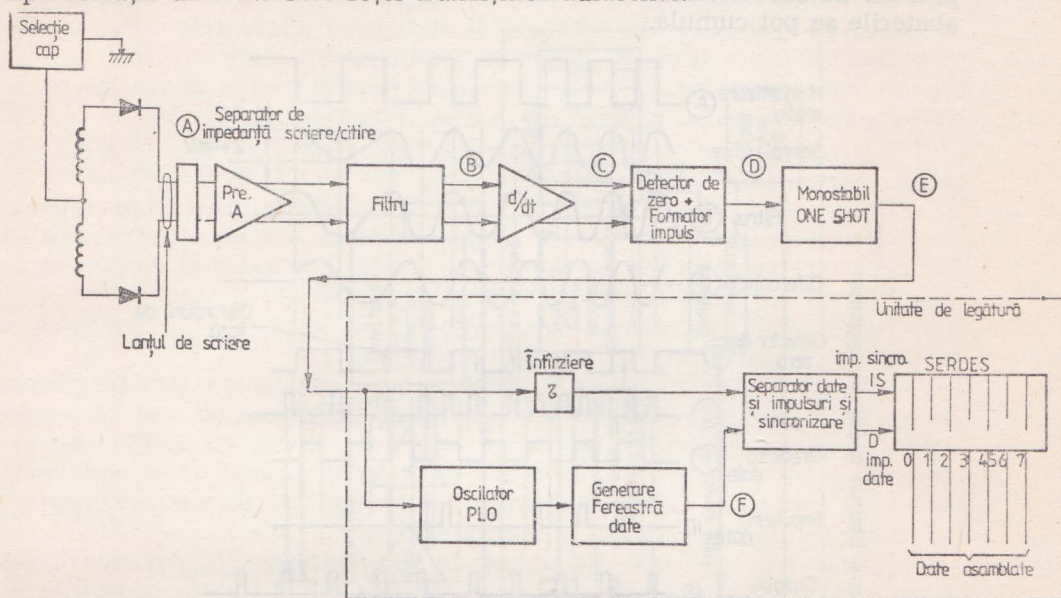


Fig. 2.42. Lanț de citire în cod dublă frecvență (DF).

Filtrul are în principal rolul de a egaliza caracteristica de frecvență a capului de citire (fig. 2.43) și de a atenua componentele de frecvență înaltă datorate zgometului.

Prin analiza armonică s-a pus în evidență (Draper și Rundle, 1971) faptul că un tren finit de impulsuri poate fi considerat ca fiind compus dintr-o componentă de joasă frecvență corespunzătoare duratei finite a trenului de impulsuri și o serie de armonici extinzându-se la aproximativ  $3f$  ( $f$  este frecvența fundamentală cea mai joasă a impulsurilor).

În cazul codului FM, această frecvență ( $f_0$ ) este cea a unui tren de zerouri, iar frecvența de tăiere a filtrului ( $f_T$ ) trebuie să satisfacă relația

$$f_T > 3f_0.$$

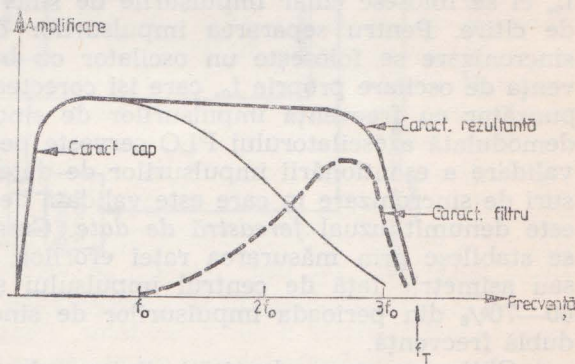


Fig. 2.43. Caracteristica filtrului egalizator.

În figura 2.44 este prezentată forma calitativă a semnalului în diferitele puncte ale lanțului din figura 2.42.



Ca urmare a distorsiunilor semnalului analogic de citire, impulsurile de sincronizare obținute se vor abate de la frecvența de bază  $f_0$ .

Durata dintre două impulsuri de sincronizare este variabilă, depinzând de succesiunea de zero sau unu, și pentru anumite configurații abaterile se pot cumula.

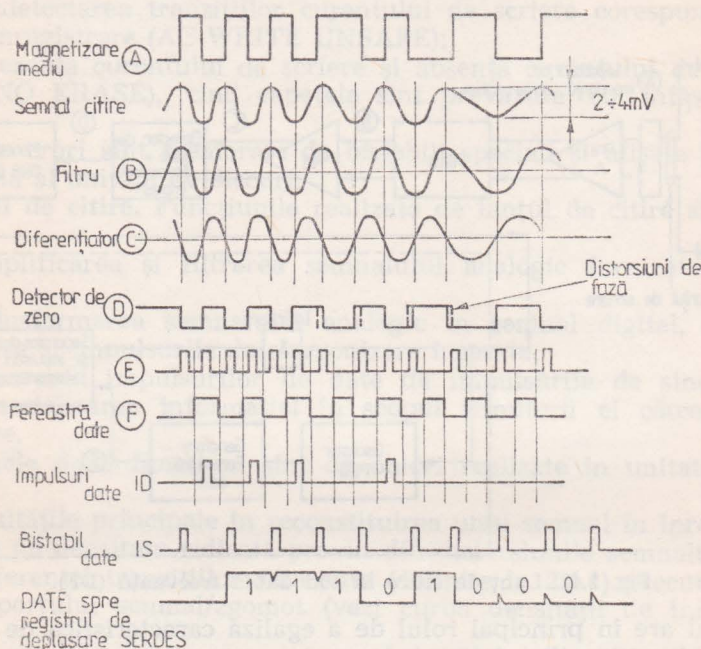


Fig. 2.44. Forma semnalelor lanțului de citire în metoda DF.

Din aceste motive pentru sincronizarea transmisiei datelor în unitatea de legătură nu se folosește un oscilator independent cu frecvența  $f_0$ , ci se folosesc chiar impulsurile de sincronizare deduse din semnalul de citire. Pentru separarea impulsurilor de date, de impulsurile de sincronizare se folosește un oscilator cu buclă închisă (PLO), cu frecvența de oscilare proprie  $f_0$ , care își corectează continuu frecvența corespunzător cu frecvența impulsurilor de sincronizare de pe disc. Ieșirea demodulată a oscilatorului PLO servește pentru formarea semnalului de validare a eșantionării impulsurilor de date. Spațiul dintre două impulsuri de sincronizare în care este validată detectarea impulsurilor de date este denumit uzual *fereastră de date*. Caracteristicile ferestrei de date se stabilesc prin măsurarea ratei erorilor; ea poate fi situată simetric sau asimetric față de centrul impulsului și are de obicei valori între 60—70% din perioada impulsurilor de sincronizare la înregistrările în dublă frecvență.

Obținerea unor densități liniare de înregistrare foarte ridicate ( $>5000$  bpi) a fost posibilă prin creșterea densității tranzițiilor și prin folosirea codurilor MFM sau  $M^2$ F $M$ .

Creșterea densității tranzițiilor are ca efect creșterea distorsiunilor de fază și amplitudine ale semnalului analogic de citire. Prin metodele



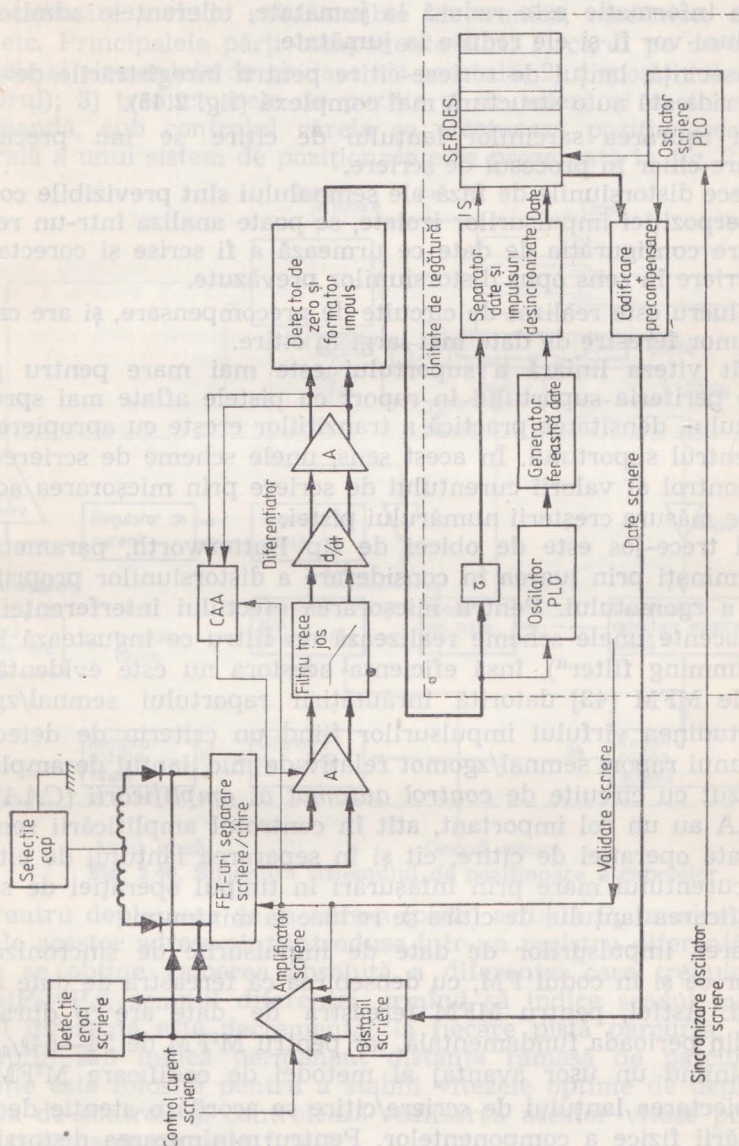


Fig. 2.45. Lanț de scriere/citire pentru densități ridicate.



de codificare MFM sau  $M^2FM$  se obține practic o dublare a densității de informații, dar acest lucru nu se face fără dezavantaje.

Distorsiunile cauzate de interferența tranzițiilor adiacente vor avea aceeași valoare absolută ca și în FM, dar, deoarece mărimea celulei elementare de informație este redusă la jumătate, toleranțele admise pentru distorsiuni vor fi și ele reduse la jumătate.

În consecință, lanțul de scriere-citire pentru înregistrările de densitate foarte ridicată au o structură mai complexă (fig. 2.45).

Pentru ușurarea sarcinilor lanțului de citire se iau precauțiuni suplimentare chiar în procesul de scriere.

Deoarece distorsiunile de fază ale semnalului sînt previzibile conform teoriei superpoziției impulsurilor izolate, se poate analiza într-un registru de deplasare configurația de date ce urmează a fi scrise și corecta semnalul de scriere în sens opus distorsiunilor prevăzute.

Acest lucru este realizat de circuite de precompensare, și are ca efect obținerea unor ferestre de date mai largi în citire.

Întrucît viteza liniară a suportului este mai mare pentru pisteles aflate spre periferia suportului în raport cu pisteles aflate mai spre centrul suportului, densitatea practică a tranzițiilor crește cu apropierea pistelor de centrul suportului. În acest sens, unele scheme de scriere realizează un control al valorii curentului de scriere prin micșorarea acestuia în trepte pe măsura creșterii numărului pistei.

Filtrul trece-jos este de obicei de tip Butterworth, parametrii săi fiind determinați prin luarea în considerare a distorsiunilor proprii semnalului și a zgomotului. Pentru micșorarea efectului interferenței tranzițiilor adiacente unele scheme realizează un filtru ce îngustează impulsurile („slimming filter“), însă eficiența acestora nu este evidentă pentru codurile MFM [43] datorită înrăutățirii raportului semnal/zgomot.

Amplitudinea vîrfului impulsurilor fiind un criteriu de detecție în condițiile unui raport semnal/zgomot relativ de mic, lanțul de amplificare este prevăzut cu circuite de *control automat al amplificării (CAA)*. Circuitele CAA au un rol important, atît în controlul amplificării semnalului pe durata operației de citire, cît și în separarea lanțului de citire de influența curentului mare prin înfășurări în timpul operației de scriere, cînd amplificarea lanțului de citire se reduce la minimum.

Separarea impulsurilor de date de impulsurile de sincronizare se face similar ca și în codul FM, cu deosebirea că fereastra de date devine mai critică. Astfel, pentru MFM fereastra de date are o durată de 54—58% din perioada fundamentală, iar pentru  $M^2FM$  de 54—64%, acest lucru subliniind un ușor avantaj al metodei de codificare  $M^2FM$  [42].

În proiectarea lanțului de scriere/citire se acordă o atenție deosebită implementării fizice a componentelor. Pentru minimizarea distorsiunilor introduse de inductanțe și capacitatea cablului capului, de obicei, se plasează circuitele preamplificatorului, în imediata apropiere a capului. Perfecționările tehnologice recente, au făcut posibilă amplasarea preamplificatorului (circuit integrat) chiar în cadrul ansamblului cap de scriere/citire.



## 2.5. Poziționarea capetelor de înregistrare

La unitățile de discuri magnetice cu capete mobile accesul la informație implică poziționarea radială a capetelor pe pista dorită. Sistemul de poziționare include subansamble electronice, mecanice, electromecanice etc. Principalele părți componente sînt: 1) carul pe care sînt fixate capetele și elementele de ghidare ale acestuia; 2) dispozitivul de acționare (motorul); 3) traductoarele de poziție și de viteză și 4) schema de servocomandă, sub controlul căreia se efectuează poziționarea. Structura generală a unui sistem de poziționare este prezentată în fig. 2.46.

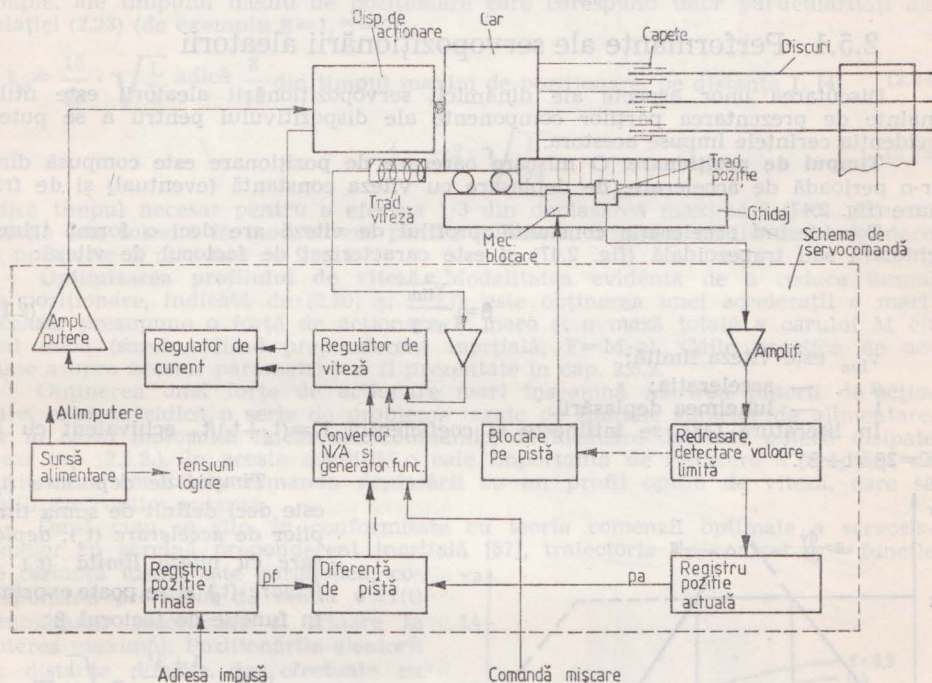


Fig. 2.46. Structura sistemului de poziționare a capetelor.

Pentru deplasarea de la adresa (pista) actuală  $P_a$  la adresa finală  $P_f$ , valorile acestor adrese sînt introduse într-un registru diferență, la ieșirea căruia se obține valoarea absolută a diferenței care trebuie parcursă:  $DIF = |P_f - P_a|$ , semnul diferenței urmînd să indice sensul mișcării. Registrul diferență este decrementat la fiecare pistă parcursă, astfel încît conținutul său indică permanent distanța rămasă de parcurs. Această indicație este folosită pentru a stabili vitezele optime de deplasare (traiectoria de control) și controlează realizarea acestor viteze pînă la atingerea și blocarea pe pista finală.

Acest sistem capabil să realizeze poziționări aleatorii ale capetelor într-un timp, scurt și cu o precizie ridicată este un exemplu tipic de *sistem de servopoziționare aleatorie*. El este deci caracterizat prin:

— efectuarea unor deplasări de la orice adresă la orice adresă dintr-o mulțime finită de adrese;



— comanda fiecărei deplasări cu un profil optim de viteză (sau cât mai apropiat de cel optim) pentru obținerea unui timp de deplasare minim;

— sarcină preponderent inerțială.

Sistemul de servopозиționare aleatorie poate fi întâlnit și în alte echipamente periferice, de exemplu la imprimantele serie pentru poziționarea capului de imprimare cu elemente flexibile sau pentru poziționarea carului etc. Subcapitolele care urmează tratează acest tip de sisteme de poziționare a capetelor (nereferindu-se la sistemele cu motor pas cu pas comandat în buclă deschisă utilizate la unitățile cu discuri flexibile).

### 2.5.1. Performanțe ale servopозиționării aleatorii

Discutarea unor aspecte ale dinamicii servopозиționării aleatorii este utilă înainte de prezentarea părților componente ale dispozitivului pentru a se putea evidenția cerințele impuse acestora.

**Timpul de poziționare.** O mișcare oarecare de poziționare este compusă dintr-o perioadă de accelerare, de deplasare cu viteza constantă (eventual) și de frinare (fig. 2.47).

Considerând accelerația constantă, profilul de viteză are deci o formă triunghiulară sau trapezoidală (fig. 2.47) și este caracterizat de factorul de viteză:

$$\beta = \frac{v_{lim}^2}{a \cdot l} \quad (2.19)$$

$v_{lim}$  este viteza limită;

$a$  — accelerația;

$l$  — lungimea deplasării.

În literatură [48], se întâlnește și coeficientul  $K = (t_a + t_f)/t_d$  echivalent cu  $\beta$ ,  $K = 2\beta/(1 + \beta)$ .

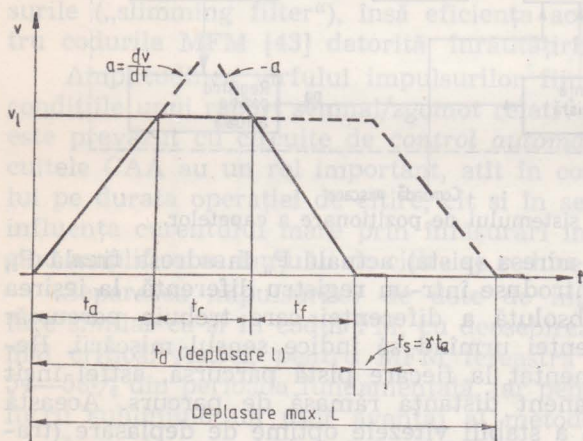


Fig. 2.47. Profilul trapezoidal de viteză.

**Timpul de deplasare ( $t_d$ )** este deci definit de suma timpilor de accelerare ( $t_a$ ), deplasare cu viteză limită ( $t_c$ ) și frinare ( $t_f$ ) și se poate exprima în funcție de factorul  $\beta$ :

$$t_d = \frac{1 + \beta^2}{\sqrt{\beta}} \cdot \sqrt{\frac{l}{a}} = \tau_l \cdot \sqrt{\frac{l}{a}} \quad (2.20)$$

**Timpul de poziționare ( $t_p$ )** este compus din timpul de deplasare și timpul de stabilire  $t_s$  (de amortizare a oscilațiilor carului după atingerea pistei finale):

$$t_p = t_d + t_s \quad (2.21)$$

Deoarece sistemul efectuează poziționări aleatorii, interesează timpul mediu de poziționare definit de relația (2.3). Poziționarea aleatorie presupune  $N$  deplasări posibile de lungimi diferite ( $N$  fiind numărul total de piste) efectuate cu aceeași accelerație „ $a$ ” și viteză limită  $v_{lim}$  (fig. 2.47). Deplasarea de lungime maximă este  $L (L = R_o - R_N)$ . Luând în considerare un acces perfect aleatoriu, în care



probabilitatea de poziționare pe orice distanță este  $P=1$ , în [45] se obțin expresiile lungimii deplasării medii  $l_m$  și a timpului mediu de poziționare  $t_m$ :

$$l_m = L/3 \quad (2.22)$$

$$t_m = \frac{1}{15\sqrt{\beta}} \cdot [\beta^3(1+3\gamma) - 5\beta^2(1+2\gamma) + 15\beta(1+\gamma) + 5] \cdot \sqrt{\frac{L}{a}} = \tau_a \cdot \sqrt{\frac{L}{a}} \quad (2.23)$$

unde factorul de viteză are forma  $\beta = v_{lim}^2/(a \cdot L)$ , iar  $\gamma = t_s/t_a$  este factorul de control.

Expresia (2.23) are aceeași formă cu (2.20), dar prin constanta  $\tau_a$  se ține cont de specificul poziționării aleatorii. În literatură se indică și alte expresii, mai simple, ale timpului mediu de poziționare care corespund unor particularități ale relației (2.23) (de exemplu  $\beta=1$ ,  $\gamma=0$ ):

$$t_m = \frac{16}{15} \cdot \sqrt{\frac{L}{a}} \text{ adică } \frac{8}{15} \text{ din timpul maxim de poziționare, pe distanța } L \text{ [4]} \quad (2.24)$$

$$t_m = 2 \cdot \sqrt{\frac{L}{3a}} \quad (2.25)$$

adică timpul necesar pentru a efectua 1/3 din deplasarea maximă  $L$  [46]. Această relație este folosită în mod curent pentru indicarea timpului mediu de poziționare în prospecte și manuale de firmă.

**Optimizarea profilului de viteză.** Modalitatea evidentă de a reduce timpul de poziționare, indicată de (2.20) și (2.23), este obținerea unei accelerații a mari. Aceasta presupune o forță de acționare  $F$  mare și o masă totală a carului  $M$  cât mai mică (sarcina fiind preponderent inerțială,  $F=M \cdot a$ ). Căile practice de acțiune asupra acestor parametri vor fi prezentate în cap. 2.5.2.

Obținerea unei forțe de acționare mari înseamnă mărirea puterii de acționare, ceea ce ridică o serie de probleme legate de limitele surselor de alimentare, iar în cazul motorului linear electrodinamic, de încălzire datorată puterii disipate (vezi cap. 2.5.2.). În aceste condiții, o cale importantă de reducere a timpului de poziționare constă în comanda deplasării cu un profil optim de viteză, care să „utilizeze” optim puterea.

După cum se știe, în conformitate cu teoria comenzii optime a servosistemelor cu sarcină preponderent inerțială [57], traiectoria de control ( $v$  = funcție de distanță ideală este parabolică, corespunzând **profilului de viteză**  $v=f(t)$  triunghiular (accelerare și frinare la puterea maximă). Poziționările aleatorii pe distanțe diferite, dar efectuate cu aceeași accelerație și viteză limită (fig. 2.47) impun o serie de particularizări.

Astfel, pornind de la (2.23), timpul mediu de poziționare se poate exprima în funcție de puterea utilă maximă ( $P=v_{lim} \cdot a \cdot M$ ) [45]:

$$t_m = \tau_p \times \sqrt{\frac{ML^2}{P}}; \quad \tau_p = \tau_a \sqrt[6]{\beta} \quad (2.26)$$

Variația factorului  $\tau_p = f(\beta, \gamma)$  prezentată în fig. 2.48 indică minime ale timpului mediu de poziționare pentru valorile  $\beta=0,13-0,2$ . Aceste valori corespund deci unei utilizări optime a puterii.

Deoarece în prezent se recurge aproape exclusiv la acționarea cu motor electrodinamic, este deosebit de importantă optimizarea în funcție de puterea disipată a acestuia ( $P_d$ ). Încălzirea datorată puterii disipate constituie limitarea cea mai

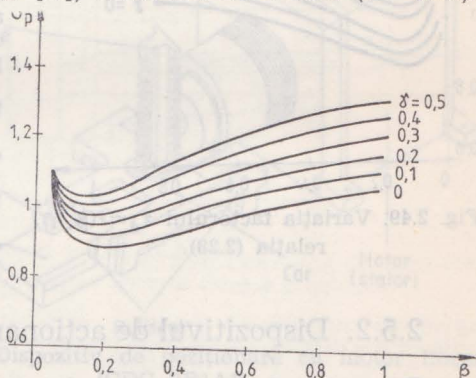


Fig. 2.48. Variația factorului  $\tau_p = f(\beta, \gamma)$  relația (2.26).



puternică în reducerea timpului la acest tip de acționări. Se știe că pentru o poziționare oarecare, utilizarea optimă a puterii disipate corespunde profilului de viteză parabolic dat de relația ([48]):

$$v(t) = 6 \cdot \frac{t_d^2 - t}{t_d^3} \cdot t \quad (2.27)$$

Profilul parabolic fiind greu de realizat cu sistemele actuale de comandă, se recurge la profilul trapezoidal luat în considerare în această prezentare.

Exprimând timpul de poziționare pe o distanță oarecare și timpul mediu (2.20) și (2.23) în funcție de media puterii disipate pe întregul ciclu al deplasării se obține:

$$t = \tau_d \cdot \sqrt{\frac{ML}{K_F}} \cdot \sqrt[4]{\frac{R}{P_d}} \quad (2.28)$$

$K_F$  — constanta forței motorului;

$R$  — rezistența bobinei.

Pentru o poziționare oarecare  $\tau_d = \sqrt[4]{\frac{2(1+\beta)^3}{\beta}}$  și prezintă un minim la valoarea  $\beta = 0,5$ , ( $K = 2/3$ ). Pentru poziționările aleatorii  $\tau_d = \tau_a \sqrt{\frac{2\beta}{1+\beta}}$  și are minime

(fig. 2.49) la valorile  $\beta = 0,1 \div 0,15$ . Aceste valori corespund deci profilului de viteză care permite un timp de poziționare minim pentru o putere disipată limitată impusă. Coeficientul  $\beta$  optim are o valoare mai mică la poziționările aleatorii față de o poziționare oarecare deoarece, în expresia  $\tau_a$  se ține cont de probabilitatea mai mare a deplasărilor scurte și de factorul de control  $\gamma$ .

Această analiză evidențiază deci, faptul că la o putere și disipare de căldură limitate, timpul mediu poate fi redus printr-o comandă a mișcării cu un profil de viteză cât mai apropiat de cel optim, ceea ce constituie unul din obiectivele urmărite în realizarea sistemului de servocomandă.

**Precizia de poziționare.** Precizia de poziționare se exprimă prin erorile de aliniere datorate dispozitivului de poziționare (și care reprezintă, în general, mai mult de jumătate din eroarea totală de aliniere a capetelor pe pistă discutată în cap. 2.2). Toleranța de poziționare cuprinde:

- toleranțele traductorului de poziție (toleranțe statice);
- toleranțele dinamice ale sistemului de servocomandă;
- toleranțe dinamice datorate oscilațiilor carului port-capete.

Se urmărește, în general, ca eroarea de poziționare să nu depășească 10% din lățimea pistei.

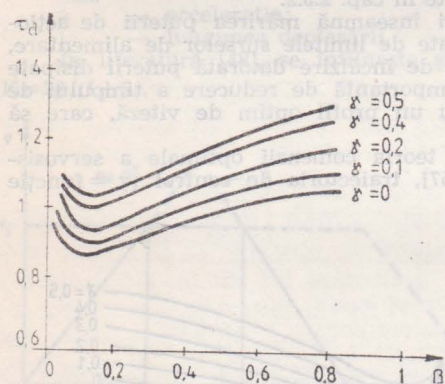


Fig. 2.49. Variația factorului  $\tau_d = f(\beta, \gamma)$ , relația (2.28).

### 2.5.2. Dispozitivul de acționare. Motorul linear

Dispozitivul de acționare determină, în mare măsură, performanțele sistemului de poziționare. Tipurile de acționare utilizate pînă în prezent pentru servopозиționarea capetelor sînt:

— **Acționare cu cuplaje.** Sursa de energie mecanică este un motor de curent alternativ (c.a.) cu turație constantă iar elementele de comandă-cuplaje electromagnetice, în general cuplaje cu pulberi (acționare utilizată la una din primele unități de discuri magnetice — IBM 1405).



— *Acționarea hidraulică.* Folosește un motor hidraulic linear, comanda mișcării realizându-se cu ajutorul distribuitorilor (ex. IBM 2311, Sperac MD-17).

— *Acționarea cu motor electrodinamic* (de curent continuu) rotativ. Utilizează un servomotor de curent continuu cu rotor cu inerție mică (rotor imprimat sau pahar) care antrenează carul prin intermediul unei transmisii pinion-cremalieră. Mișcarea se realizează prin comanda tensiunii (curentului) prin înfășurarea rotorului (ex. CDC 9465, Honeywell 273).

— *Acționarea cu motor linear electrodinamic.* Spre deosebire de tipul precedent bobina are o deplasare lineară fiind fixată direct pe carul portcapete; se elimină astfel mecanismul de transformare a mișcării de rotație în mișcare de translație.

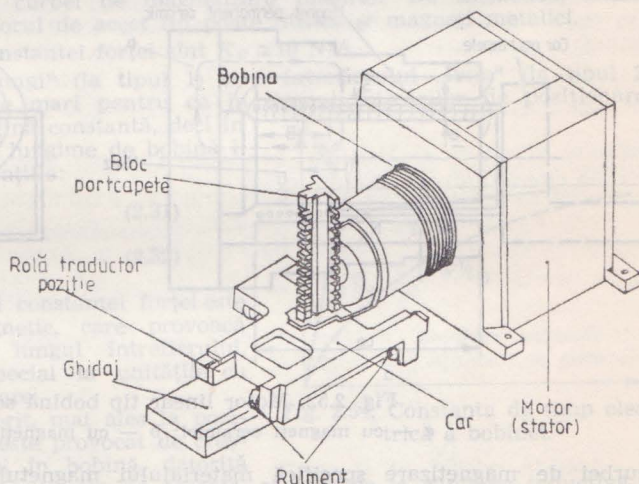
Acționările cu motor electrodinamic prezintă avantaje certe asupra celorlalte tipuri: simplitate constructivă, număr mai mic de piese în mișcare, inerție totală a masei în mișcare mai mică, simplificare a modului de comandă etc. Acestea permit obținerea unor performanțe superioare, viteze mari controlabile, deci timpi de acces reduși (tabel 2.10 din anexă, vol. 2, pag. 217).

**Tabelul 2.10** volumul 2, pag. 217

Acționarea cu motor linear, la care unicul element în mișcare este ansamblul car-bobină constituie, în ultimii ani, singurul tip de acționare folosit (inclusiv la majoritatea dispozitivelor cu braț oscilant de la unitățile Winchester). De aceea în continuare se vor face referiri la particularitățile constructive, funcționale și de calcul ale dispozitivelor de poziționare cu motor linear.

**Motorul linear electro-dinamic. Construcție și funcționare.**

Motorul linear este compus, în principal dintr-un stator și o bobină mobilă fixată pe carul portcapete (fig. 2.50). Acesta este acționat de forța electrodinamică  $F$  care rezultă din interacțiunea dintre câmpul produs de curentul care parcurge bobina și câmpul magnetic staționar produs în stator de magneții permanenți. Forța electrodinamică are deci expresia:



**Fig. 2.50.** Dispozitiv de poziționare cu motor linear (CDC BR1A1).

$$F = B \cdot l \cdot i = K_F \cdot i \quad (2.29)$$

unde  $B$  este inducția în întrefier;  $l$  — lungimea conductorului bobinei în întrefier;  $i$  — intensitatea curentului prin bobină;  $K_F$  — constanta forței.







La acest tip de motor bobina (de lungime  $L_B$ ) se află parțial în întrefierul activ,  $L_0 < L_B$ .

Dezavantajul principal al motorului cu „bobină lungă” constă în fluxul de scăpări mare, care creează probleme de protecție a altor subansamble.

2) Motoare „cu bobină scurtă și întrefier lung” (fig. 2.52). Bobina se află în întregime în întrefier,  $L_B < L_0$ . Întrefierul activ se situează pe toată lungimea

magneților ( $S_M = S_0$ ) care sînt magnetizați radial. Dreapta de funcționare (C) se caracterizează printr-un unghi  $\alpha$  mai mare, punctul de funcționare  $B_1$  (fig. 2.53) corespunzînd unor valori mai mici ale  $B_M$  față de tipul precedent. Datorită, însă, lungimii active mari a bobinei, produsul  $B \cdot l = K_F$  este echivalent. La această configurație a circuitului magnetic este indicată utilizarea magneților ceramici (fig. 2.52, a) care au o curbă  $B(H)$  lineară, inducție  $B_r$  mai mici (cca. 3 000–4 000 Gs) și un cîmp coercitiv mare (fig. 2.53). Magneții ceramici se pot obține la un cost mai scăzut și prezintă de asemenea avantajul că se pot magnetiza în stare nemontată (datorită curbei de magnetizare lineare). De asemenea, fluxul de scăpări este redus. Motorul de acest tip poate utiliza și magneți metalici.

Valorile uzuale ale constantei forței sînt  $K_F \approx 10$  N/A.

Lungimea bobinei „lungi” (la tipul 1) și a întrefierului „lung” (la tipul 2) trebuie să fie suficient de mari pentru ca în timpul mișcărilor de poziționare, constanta forței să se mențină constantă, deci în întrefier să se afle aceeași lungime de bobină  $l$ . Trebuie deci respectate relațiile:

$$L_B > L_0 + l_{0-n} \quad (\text{tipul 1}) \quad (2.31)$$

$$L_0 > L_B + l_{0-n} \quad (\text{tipul 2}) \quad (2.32)$$

O cauză a neliniarității constantei forței este asimetria circuitului magnetic, care provoacă variația inducției  $B_0$  în lungul întrefierului. Aceasta deranjează în special la unitățile cu mari densități de înregistrare.

Un alt fenomen nedorit, mai ales la poziționările scurte și rapide, este provocat de creșterea „lentă” a curentului în bobină, datorită inductivității  $L$  mari; pentru a elimina aceasta, se recurge la cuplarea inductivă a bobinei mobile cu o bobină secundară în scurt circuit fixată pe miez. La aplicarea unei trepte de tensiune  $U$ , creșterea curentului în bobina mobilă este dată de relația cunoscută:

$$i(t) = I + i_1(t) + i_2(t) = \frac{U}{R} \left( 1 - T_1 e^{-\frac{t}{\tau_1}} - T_2 e^{-\frac{t}{\tau_2}} \right);$$

$$\tau_{12} = \frac{1 \pm q}{2} (\tau_{10} + \tau_{20}) \quad (2.33)$$

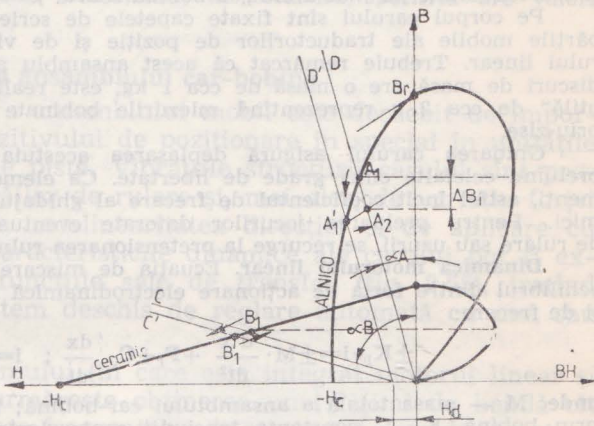


Fig. 2.53. Punctele de funcționare la magneți metalici și ceramici.

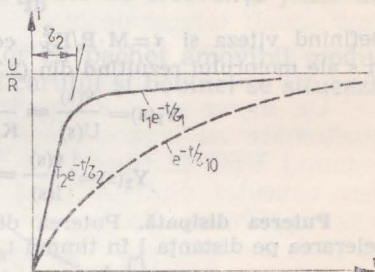


Fig. 2.54. Constanta de timp electrică a bobinei.



unde  $\tau_{10} = L/R$  și  $\tau_{20} = L_s/R_s$  sînt constantele de timp electrice ale bobinei mobile și bobinei secundare.  $T_1$ ,  $T_2$  și  $q$  reprezintă constante rezultate din calcul. Deoarece la începutul regimului tranzitoriu variația  $i(t)$  este determinată în special de  $i_2(t)$  (fig. 2.54), efectul bobinei secundare este de a accelera creșterea curentului în bobina mobilă (în general  $\tau_2 < 0,3$  ms). Bobina secundară, care trebuie să aibă o rezistență cît mai mică, se realizează sub forma unui tub de cupru (la motoarele cu bobină lungă) sau a cîtorva spire din conductor gros înfășurat pe miez și scurtcircuitate (la motoarele „cu bobină scurtă”).

Pe corpul carului sînt fixate capetele de scriere/citire, elementele de rulare, părțile mobile ale traductorilor de poziție și de viteză, precum și bobina motorului linear. Trebuie remarcat că acest ansamblu al carului, care la unitățile de discuri de masă are o masă de cca 1 kg, este realizat pentru a deplasa o „masă utilă” de cca 2 g reprezentînd miezurile bobinate de înregistrare, capetele propriu-zise.

Ghidarea carului asigură deplasarea acestuia în direcție radială pe disc, preluînd celelalte cinci grade de libertate. Ca elemente de rulare se folosesc rulmenți, astfel încît coeficientul de frecare al ghidajului se menține la valori foarte mici. Pentru preluarea jocurilor datorate eventualelor imperfecțiuni ale căilor de rulare sau uzurii, se recurge la pretensionarea rulmenților.

**Dinamica motorului linear.** Ecuația de mișcare a ansamblului mobil exprimă echilibrul dintre forța de acțiune electrodinamică și forțele rezistente: de inerție și de frecare:

$$\pm K_F \cdot i = \pm M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + F_f + C_v \cdot \frac{dx}{dt}; \quad i = \frac{1}{R} \left( U - K_v \cdot \frac{dx}{dt} \right) \quad (2.34)$$

unde:  $M$  — masa totală a ansamblului car-bobină;  $U$  și  $i$  — tensiunea și curentul prin bobină,  $K_v$  — constanta tensiunii contraelectromotoare;  $F_f$  — forța de frecare uscată în ghidaje,  $C_v$  — coeficientul de frecare vîscosă;  $R$  — rezistența bobinei iar semnele (+) și (—) corespund accelerării și respectiv frînării. Ecuațiile (2.34) au forma cunoscută de la motorul rotativ de curent continuu, particularizată pentru mișcarea de translație și neglijînd constanta de timp electrică  $\tau_2$ . Așa cum s-a arătat frecările sînt de asemenea neglijabile, ecuația de mișcare devenind:

$$M \cdot \frac{d^2x}{dt^2} + \frac{K_F^2}{R} \cdot \frac{dx}{dt} - \frac{K_F}{R} \cdot U = 0 \quad (2.35)$$

Definind viteza și  $\tau = M \cdot R / K_F^2$ , constanta de timp mecanică, funcțiile de transfer în s ale motorului rezultînd din (2.35) sînt

$$Y_1(s) = \frac{v(s)}{U(s)} = \frac{1}{K_F(1 + \tau s)} \quad (\text{comandă în tensiune}) \quad (2.36)$$

$$Y_2(s) = \frac{v(s)}{i(s)} = \frac{K_F}{s} \quad (\text{comandă în curent}) \quad (2.37)$$

**Puterea disipată.** Puterea disipată prin încălzirea bobinei ( $P_d = R \cdot i^2$ ) la accelerarea pe distanța  $l$  în timpul  $t_a$  are expresia:

$$P_d = \frac{4 \cdot M^2 \cdot R^2 \cdot l^2}{K_F^2 \cdot t_a^4} \quad (2.38)$$

Această relație, ca și relația (2.28), care ia în considerare puterea disipată medie în timpul unei poziționări, evidențiază că reducerea timpului prin alimentarea bobinei cu curenți mari conduce la o mărire accentuată a puterii disipate. Creșterea temperaturii în motor este proporțională cu puterea disipată:

$$t^\circ = C_t \cdot P_d \quad (2.39)$$

și este limitată de temperatura maximă admisibilă pentru bobină (în general  $< 150^\circ\text{C}$ ) și de temperatura Curie a magneților (în special a celor ceramici). Astfel, temperatura deci puterea disipată constituie în condiții tehnologice actuale, piedica cea mai serioasă în calea acțiunii cu curenți mari și a reducerii timpului de poziționare.



Coefficientul de încălzire specifică  $C_t$  depinde de forma constructivă a motorului și de debitul aerului de răcire. În general, motorul este răcit de aerul care părăsește incinta în care se află discurile (circuitul principal de aer al unității). Pentru a accentua circulația aerului s-au construit și bobine prevăzute cu supape în partea anterioară și care astfel funcționează ca pompe. Se recurge de asemeni (dar mai rar) la răcirea forțată a motorului cu un circuit de aer special. La motoarele produse în prezent coeficientul de încălzire specifică are valori  $C_t < 1^\circ/\text{W}$ .

### Comportarea dinamică a ansamblului car-bobină

Comportarea dinamică a ansamblului mobil este deosebit de importantă în funcționarea dispozitivului de poziționare în special în unitățile actuale cu densități mari de piste. Vibrațiile structurii carului sînt provocate de neregularitățile căilor de rulare și, mai ales, de variația forței de acționare, accentuată de necolinearitatea direcției ei de aplicare cu direcția forței de inerție. Caracteristicile dinamice ale carului pot fi exprimate prin funcția sau funcțiile sale de transfer (fig. 2.55), tratînd structura carului cu un sistem deschis de reglare automată cu una sau mai multe intrări și ieșiri.

În realizarea servosistemului (în care este integrat motorul linear și ansamblul car-bobină) se urmărește obținerea unei lățimi de bandă cît mai mari (cap. 2.5.4). Prezența frecvențelor de rezonanță date de structura carului creează probleme în menținerea stabilității sistemului pe o lățime mare de bandă. De aceea, este deosebit de importantă proiectarea și realizarea ansamblului car-bobină cu frecvențe proprii cît mai înalte.

Prima frecvență de rezonanță a ansamblului poate fi datorată elementelor de rulare (care acționează ca reazeme elastice datorită deformărilor hertziene de contact între bile și căile de rulare). De asemeni, structura bobinei fixată de obicei în consolă poate da frecvențe joase de rezonanță.

La sistemele de poziționare ale unităților cu pachet amovibil modul primar de rezonanță al structurii mecanice a carului și bobinei se situează la aprox. 3 kHz. La unele unități SMD această frecvență a fost ridicată la 4 kHz ([50]). La proiectarea unor noi configurații ale carului se calculează, de obicei prin modelare, modurile naturale de vibrație ([47]). Obținerea unor frecvențe proprii înalte se realizează în principal prin: folosirea unor rulmenți cu o suprafață cît mai mare de contact între corpurile și căile de rulare; o structură rigidă a corpului carului (formă, material) și a bobinei (formă, dimensiuni, soluția de solidarizare a spirelor, suportul de susținere); un mod de prindere cît mai rigidă a elementelor componente ale ansamblului. O serie de soluții în acest sens sînt evidențiate în exemplele care urmează.

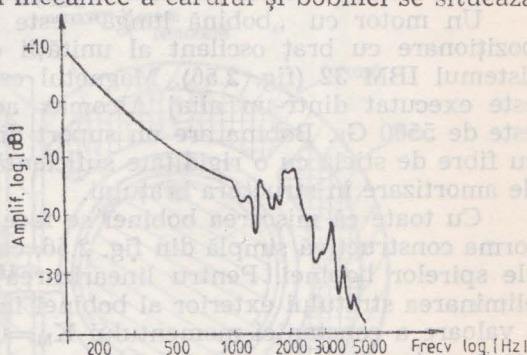


Fig. 2.55. Caracteristica de amplitudine a funcției de transfer a ansamblului car-bobină.



### Soluții constructive și tehnologice

**Motorul linear.** În efortul de a obține forțe cât mai mari de acționare, dar mai ales de a realiza ansamblul stator-bobină cât mai ieftin, s-a recurs, în ultimii ani la o mare varietate de soluții constructive și tehnologice.

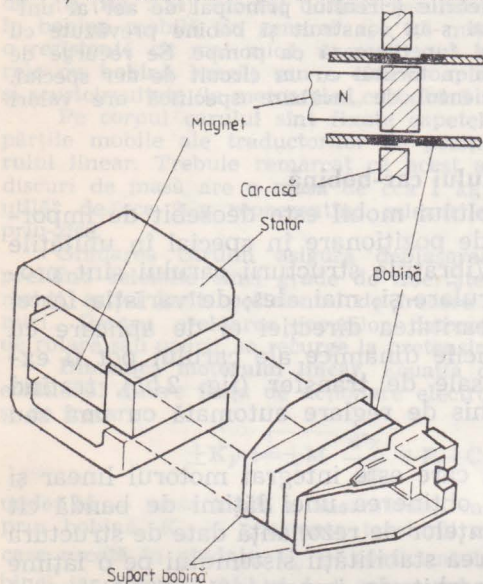


Fig. 2.56. Motor linear cu „bobină lungă” (IBM system 32).

Probleme tehnologice deosebite pune realizarea magneților permanenți și a bobinei. În execuția bobinelor, obiectivele urmărite sînt: 1) o masă cît mai mică; 2) grosime mică; 3) rezistență la temperatură (peste 100—150°C, datorită curenților, deci puterilor disipate mari; 4) rigiditate mecanică. Se pot enumera 3 procedee de realizare a bobinelor; 1) înfășurarea conductorului pe un suport tubular ceramic sau din material plastic cît mai subțire; 2) bobina, fără suport impregnată cu o rășină epoxi care formează structura de rezistență; 3) presarea și lipirea spirelor, conductorul bobinei avînd în final o secțiune dreptunghiulară.

Forma constructivă „clasică” a motorului linear este cea din fig. 2.50, utilizată în majoritatea unităților cu pachet amovibil și cartridge. Motorul este de tipul cu „bobină lungă”. Magneții din Alnico, dreptunghiulari, sînt situați lateral deobicei. Bobina, pe suport ceramic, are cca 150 de spire din cupru, în 2 straturi. Bobina secundară este realizată, sub forma unui tub de cupru fixat pe miez în porțiunea inactivă.

Un motor cu „bobină lungă” este utilizat și la dispozitivul de poziționare cu braț oscilant al unității cu discuri fixe Winchester din sistemul IBM 32 (fig. 2.56). Magnetul este plasat în lungul miezului și este executat dintr-un aliaj Alcomax anizotrop; inducția în întrefier este de 5500 Gs. Bobina are un suport din material plastic fenolic armat cu fibre de sticlă cu o rigiditate suficientă și care introduce un coeficient de amortizare în structura brațului.

Cu toate că mișcarea bobinei se face pe un arc de cerc, s-a preferat forma constructivă simplă din fig. 2.56, care însă lasă inactive două laturi ale spirelor bobinei. Pentru linearizarea constantei forței s-a recurs la eliminarea stratului exterior al bobinei în porțiunea anterioară. Se obține o valoare a constantei momentului  $K_M = 0,79 \text{ Nm/A}$ . Soluțiile alese pentru acest motor sînt un exemplu de compromis între performanță și cost.

Motorul cu bobină scurtă și magneți ceramici circulari (sector) (fig. 2.57) a fost elaborat mai recent și este larg utilizat în prezent. Bobina este executată din sîrmă de aluminiu, cu secțiunea dreptunghiulară. Constanta forței are valoarea  $K_F = 13 \text{ N/A}$ . Scăpările de flux sînt foarte mici, cca 5 Gs la nivelul pistei 0. În fig. 2.58 este prezentat un motor de acest tip conceput pentru memoriile cu discuri „cartridge”. La aceste



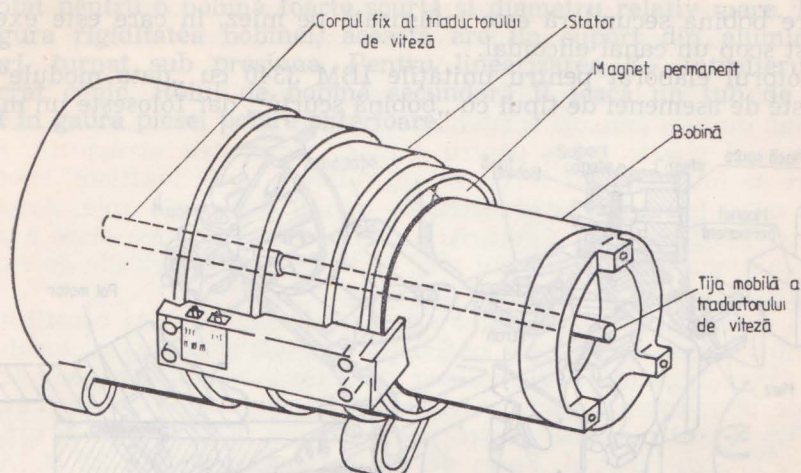
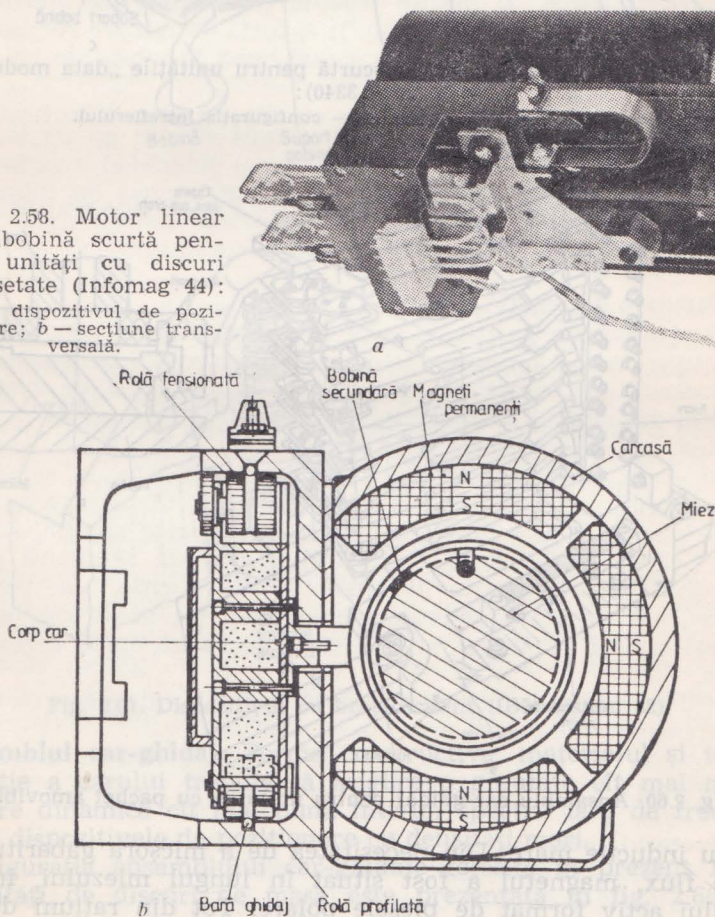


Fig. 2.57. Motor linear cu „bobină scurtă” pentru unități cu pachet amovibil.

Fig. 2.58. Motor linear cu „bobină scurtă” pentru unități cu discuri încasetate (Infomag 44):  
a — dispozitivul de poziționare; b — secțiune transversală.





motoare bobina secundară este înfășurată pe miez, în care este executat în acest scop un canal elicoidal.

Motorul elaborat pentru unitățile IBM 3340 cu „data module“ (fig. 2.59) este de asemenea de tipul cu „bobină scurtă“, dar folosește un magnet

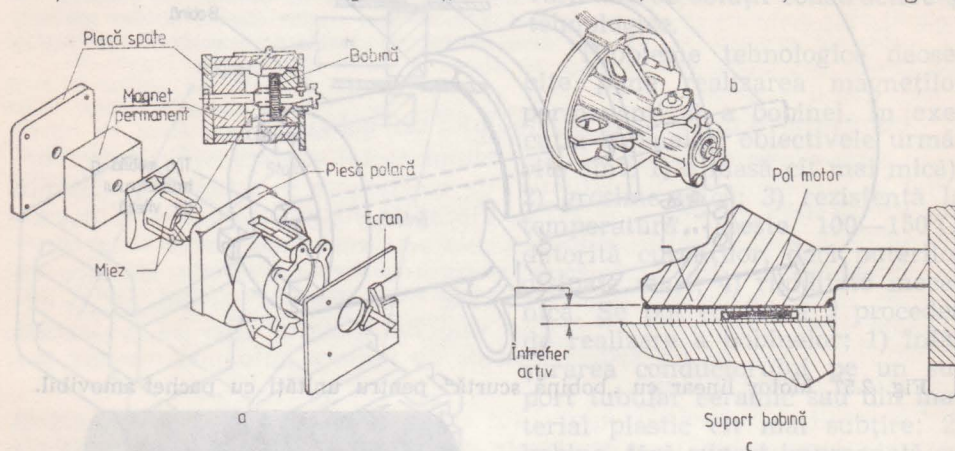


Fig. 2.59. Motor linear cu bobină scurtă pentru unitățile „data module“ (IBM 3340):

a — statorul; b — bobina; c — configurația întrefierului.

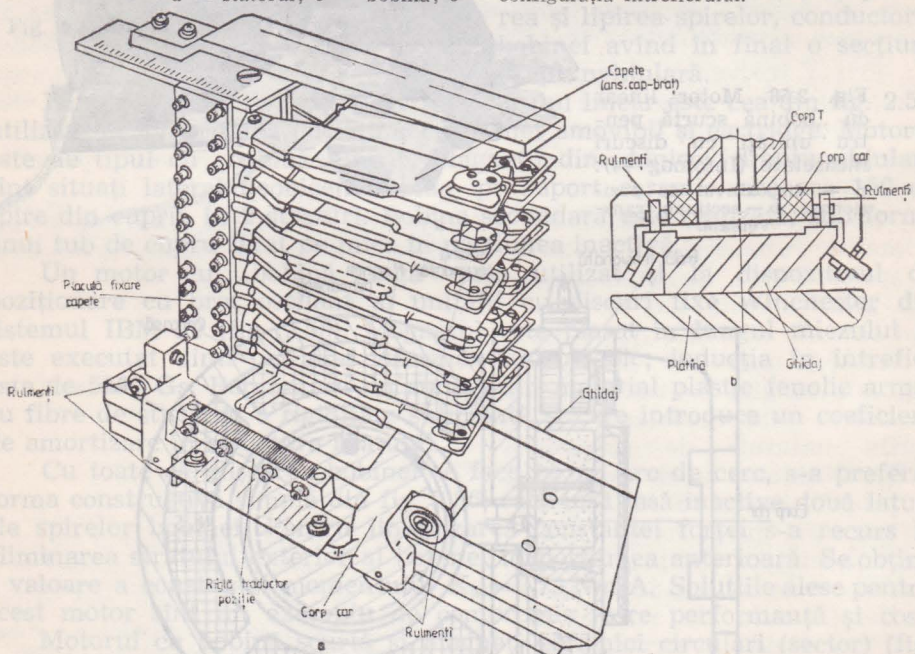


Fig. 2.60. Ansamblu car-ghidaj pentru unitățile cu pachet amovibil.

metalic cu inducție mare. Din necesitatea de a micșora gabaritul și scăpările de flux, magnetul a fost situat în lungul miezului, în spatele întrefierului activ format de piesele polare. Tot din rațiuni de gabarit



s-a optat pentru o bobină foarte scurtă și diametru relativ mare. Pentru a asigura rigiditatea bobinei, aceasta are un suport din aluminiu cu nervuri, turnat sub presiune. Pentru linearizarea  $K_F$ , întrefierul este prelucrat conic. Rolul de bobină secundară îl joacă un tub de cupru presat în gaura piesei polare exterioare.

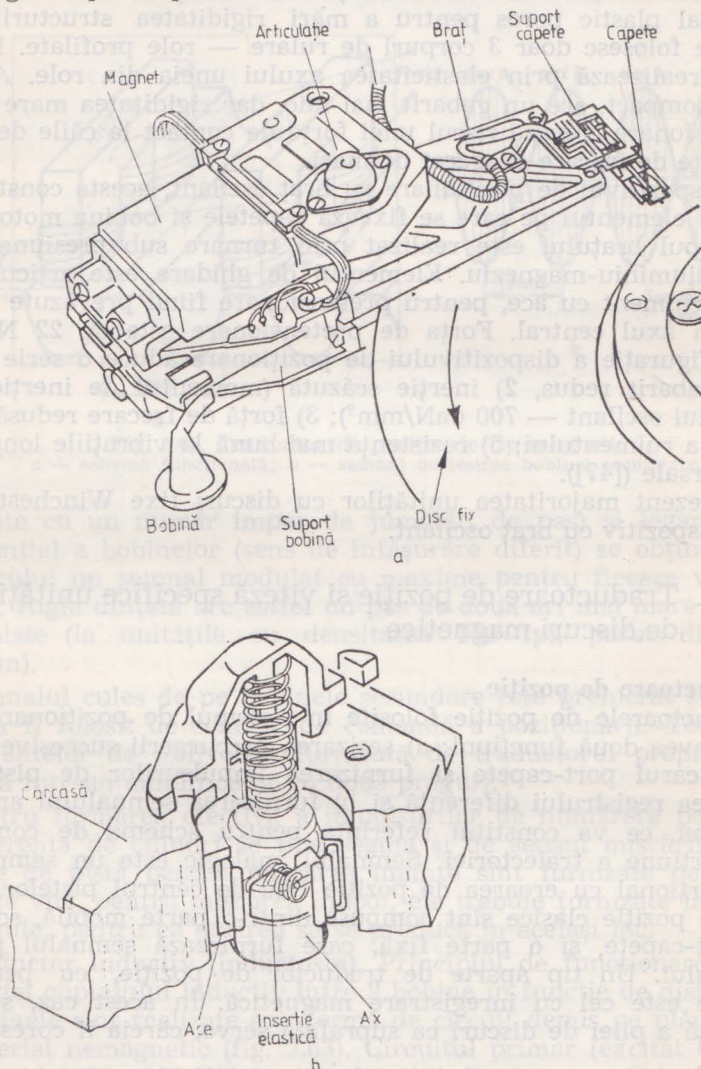


Fig. 2.61. Dispozitivul cu braț oscilant (IBM sistem 32).

**Ansamblul car-ghidaj.** Forma constructivă, materialul și tehnologia de execuție a carului trebuie să asigure o greutate cât mai mică și o comportare dinamică cât mai bună într-un spectru larg de frecvențe în special la dispozitivele de poziționare cu densități mari.

Configurația ansamblului car-ghidaje folosită în prezent la numeroase unități de discuri de masă este prezentată în fig. 2.60. Corpul



carului este realizat din aliaj de aluminiu turnat sub presiune. Se folosesc 6 rulmenți, dintre care unul pretensionat cu ajutorul unei pîrghii cu arc elicoidal, sau al unei lamele elastice.

Carul folosit la dispozitivele de poziționare Infomag (fig. 2.58) este executat dintr-o carcasă relativ subțire din aliaj de aluminiu umplută cu material plastic poros pentru a mări rigiditatea structurii. Pentru ghidare se folosesc doar 3 corpuri de rulare — role profilate. Pretensionarea se realizează prin elasticitatea axului uneia din role. Ansamblul este mai compact, are un gabarit mai mic, dar rigiditatea mare a arcului de pretensionare creează riscul unei forțe de contact la căile de rulare și a unei forțe de frecare exagerat de mari.

La dispozitivul de poziționare cu braț oscilant, acesta constituie „carul”, fiind elementul pe care se fixează capetele și bobina motorului (fig. 2.61). Corpul brațului este realizat prin turnare sub presiune dintr-un aliaj de aluminiu-magneziu. Elementul de ghidare este articulația brațului, un rulment cu ace, pentru pretensionare fiind prevăzute o inserție elastică în axul central. Forța de pretensionare este de 22 N. Această nouă configurație a dispozitivului de poziționare aduce o serie de avantaje: 1) gabarit redus, 2) inerție scăzută (momentul de inerție total al ansamblului oscilant —  $700 \text{ daN/mm}^2$ ); 3) forță de frecare redusă; 4) cursă mai mică a rulmentului; 5) rezistență mai bună la vibrațiile longitudinale și transversale ([47]).

În prezent majoritatea unităților cu discuri fixe Winchester recurg la acest dispozitiv cu braț oscilant.

### 2.5.3. Traductoare de poziție și viteză specifice unităților de discuri magnetice

#### Traductoare de poziție

Traductoarele de poziție folosite în sistemul de poziționare a capetelor pot avea două funcțiuni: a) sesizarea parcurgerii succesive a pistelor de către carul port-capete și furnizarea impulsurilor de pistă pentru actualizarea registrului diferență și b) furnizarea semnalului analogic de poziție fină, ce va constitui referința pentru schema de comandă pe ultima porțiune a traiectoriei. Semnalul analogic este un semnal periodic, proporțional cu eroarea de poziție față de centrul pistelor. Traductoarele de poziție clasice sînt compuse dintr-o parte mobilă, solidară cu carul port-capete, și o parte fixă, care furnizează semnalul primar al traductorului. Un tip aparte de traductor de poziție, cu performanțe superioare este cel cu înregistrare magnetică. În acest caz, se rezervă o suprafață a pilei de discuri ca suprafață servo, căreia îi corespunde un cap servo.

Soluțiile recente realizează folosirea capetelor de date ca traductori de poziție pentru eliminarea erorilor de aliniere.

Traductorii de poziție specifice unităților de discuri magnetice vor fi diferențiați ca tip în funcție de fenomenul fizic de bază al traductorului propriu-zis.

**Traductorul magnetic (cu reluctanță variabilă).** Funcționarea acestui traductor se bazează pe variația reluctanței circuitului magnetic stabilit între rigla dințată mobilă și cele 2 miezuri bobinate ale capului fix (fig.



2.62). Capul conține câte două bobine primare și secundare legate în serie. Bobinele primare sînt alimentate cu o tensiune de excitație sinusoidală de mare frecvență. Amplitudinea semnalului indus în bobinele secundare variază o dată cu deplasarea riglei dințate, fiind maximă atunci cînd în dreptul miezului se află un vîrf de dinte. Prin amplasarea miezurilor

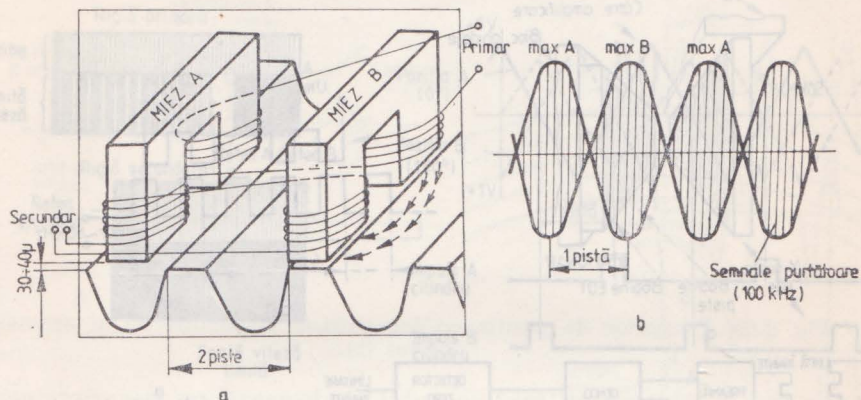


Fig. 2.62. Traductor de poziție de tip magnetic:  
a — schemă funcțională; b — semnul de ieșirea bobinei secundare.

(distanțate cu un număr impar de jumătăți de pas) și legarea în serie și diferențial a bobinelor (sens de înfășurare diferit) se obține la ieșirea secundarului un semnal modulat cu maxime pentru fiecare vîrf și fund de dinte. Rigla dințată are astfel un pas de două ori mai mare decît pasul dintre piste (la unitățile cu densitatea 100 tpi, pasul dinților este 0,508 mm).

Semnalul cules de pe bobinele secundare este prelucrat și amplificat pentru a fi folosit de schema de comandă a poziționării. Tensiunea (de ordinul sutelor de milivolți), furnizată de traductorul propriu-zis, este introdusă într-un amplificator cu două praguri.

Pentru formarea efectivă a impulsurilor de numărare pentru registrul diferență de cilindri se ține seama și de sensul mișcării. Dacă impulsurile de pistă pentru mișcarea înainte sînt furnizate de detectarea valorii de vîrf, pentru mișcarea înapoi, ele trebuie furnizate la detectarea valorii nule, pentru ca oprirea să se producă în același loc.

**Traductor inductiv (inductosin).** Principiul de funcționare este acela al variației cuplajului inductiv între 2 bobine în funcție de distanța dintre ele. Bobinele sînt realizate sub formă de circuit depus pe plăci executate din material nemagnetic (fig. 2.63). Circuitul primar (excitat cu un semnal sinusoidal, 50—100 KHz) este cel mobil, fixat pe car. Cele două bobine secundare, fixe sînt „defazate” cu  $1/4$  din pasul bobinei primare. Semnalul modulat al unei bobine secundare are maxime corespunzînd fiecărei jumătăți de pas al circuitului, respectiv din două în două piste. Circuitul imprimat poate astfel avea un pas de 4 ori mai mare decît acela al pistelor de pe disc.

În exemplul din fig. 2.63, traductorul propriu-zis conține patru elemente primare: două pentru sesizarea pistelor pare și impare și două



pentru sesizarea limitelor înainte și înapoi ale cursei carului folosite în scop de protecție și inițializare.

Semnalele obținute de elementele primare ale traductorului sînt similare pentru piste pare și impare, dar defazate cu  $90^\circ$ . Lanțul de prelucrare a semnalelor este identic.

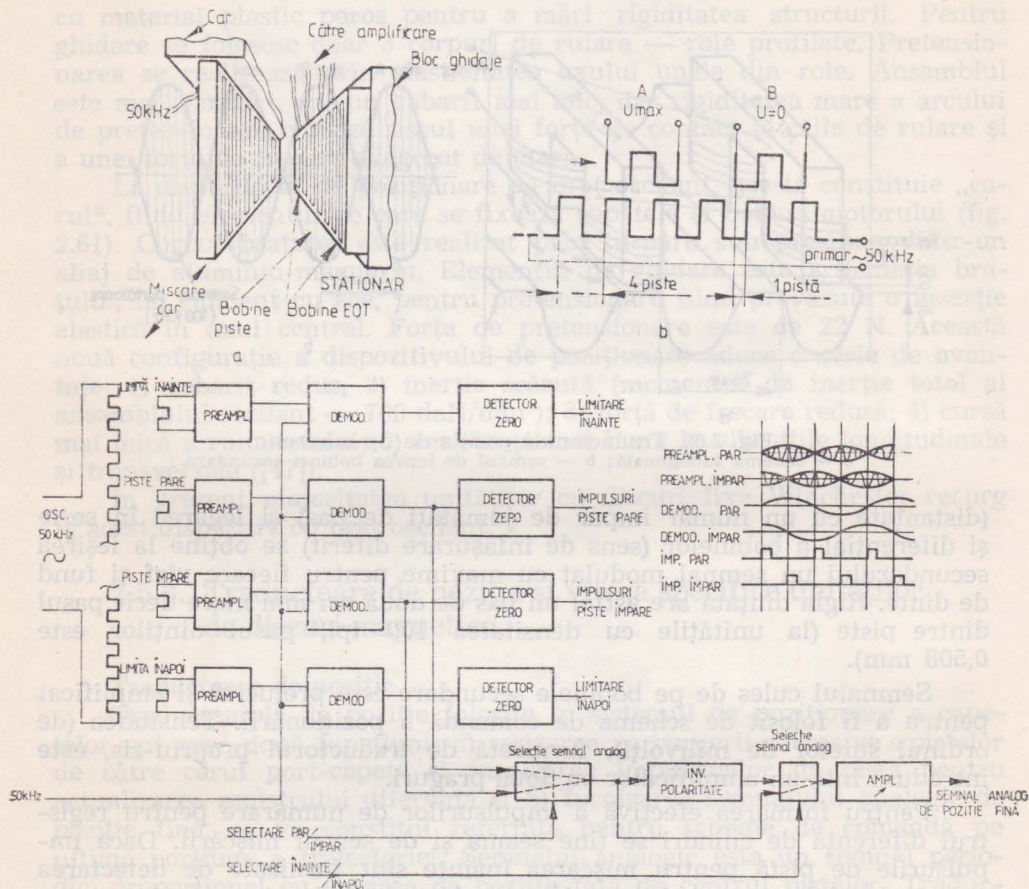


Fig. 2.63. Traductor de poziție tip inductiv:

a — amplasarea plăcilor traductorului; b — principiul de funcționare; c — semnalele furnizate la ieșire.

Semnalul cules pe înfășurarea secundară a traductorului este amplificat și demodulat. Prin detectarea trecerilor prin zero ale semnalului demodulat se formează impulsuri de pistă care vor fi utilizate pentru actualizarea registrului diferență de cilindri.

Pentru obținerea semnalului analogic de poziție fină, care va constitui referința pentru schema de oprire pe pistă, se ține seama de sensul mișcării pentru alegerea polarității semnalului și de paritatea pistei finale pentru selectarea semnalului demodulat de pistă pară sau impară.

Semnalul analogic de poziție fină va fi o rampă cu pantă ajustabilă obținută din semnalele sinusoidale demodulate, prin selectările PAR/IMPAR și ÎNAINTE/ÎNAPOI, prin amplificare și corecție.



**Traductorul optic**, sesizează variația intensității unor fascicule de lumină care străbat 2 rigle optice paralele, cu fante transparente, al căror pas este dublu pasului pistelor (fig. 2.64). Pe rigla fixă se află, ca și la traductorul inductiv, 2 rețele de fante situate „defazat” cu jumătate de pas. Ca sursă și receptor de lumină se folosesc fie surse cu incandescență

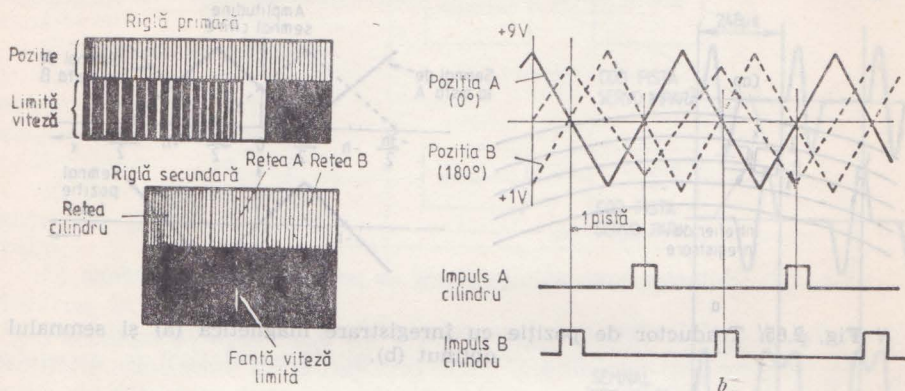


Fig. 2.64. Traductor de poziție optic (ISS714):

a — principiul de funcționare; b — semnalele la ieșirea traductorului.

(și fibre optice) și fotodiode, fie, în ultimul timp, diode luminescente și fototranzistori.

În exemplul din fig. 2.64 traductorul lucrează în mod diferențial, furnizând la ieșire două semnale decalate cu  $180^\circ$ .

Semnalele obținute sînt direct porțiuni de rampă, astfel încît funcția de demodulare nu mai este necesară.

Amplitudinea semnalelor este controlată printr-o schemă ce poate modifica curentul prin diodele luminescente pentru a preveni erorile datorită uzurii componentelor.

Pentru a-și îndeplini funcțiile specifice traductorii prezentați trebuie să ofere o cît mai bună sensibilitate și liniaritate. Sensibilitatea traductorului poate fi apreciată prin valoarea maximelor semnalului la ieșirea traductorului primar (neamplificat) în raport cu deplasarea ( $V/\mu$ ). Sensibilitatea este în mare măsură condiționată de distanța dintre cele 2 elemente ale traductorului. La tipul magnetic și inductiv, o distanță 1 redusă, permite scăderea reluctanței  $\Sigma(1/\mu A)$  minime a circuitului magnetic în momentul coincidenței. La tipul optic, curentul de ieșire al fototranzistorului variază puternic cu distanța față de dioda luminescentă. Distanța de separare cea mai mică este impusă de traductorul magnetic ( $25-40 \mu$ , față de  $0,1 \text{ mm}$  la traductorul inductiv și  $0,05-0,12 \text{ mm}$  la cel optic), acesta necesitînd eforturi considerabile pentru reglarea distanței și a paralelismului.

Semnalul trebuie de asemeni să prezinte o suficientă liniaritate în fiecare zonă de trecere prin zero, ceea ce necesită o exigență deosebită față de precizia prelucrării dinților, respectiv laturilor circuitului imprimat sau fantelor transparente.

Precizia traductorului este dată de precizia de execuție a elementelor discrete (dinți și miezuri, laturi circuit și fante transparente) con-



ținute de partea mobilă și fixă. La densități de înregistrare de 100 tpi și 200 tpi, toleranțele admise sînt de ordinul  $\pm 2,5\mu$ .

**Traductor cu înregistrare magnetică.** Cele 2 elemente ale traductorului sînt capul de citire, fixat pe car, și una din fețele de înregistrare ale pachetului de discuri, pe care sînt preînregistrate piste cu densi-

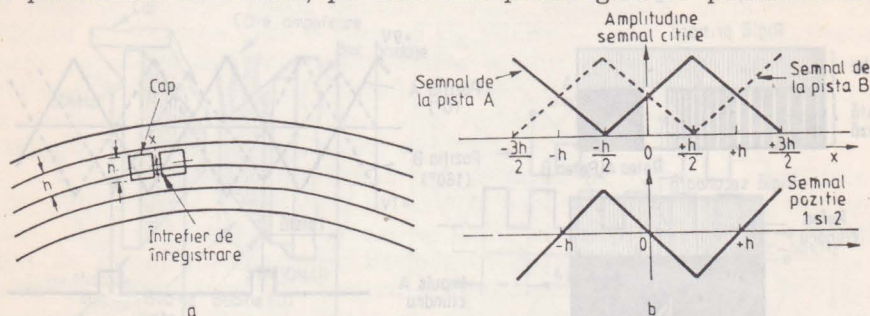


Fig. 2.65. Traductor de poziție cu înregistrare magnetică (a) și semnalul obținut (b).

tatea dorită. Funcționarea traductorului se bazează pe proprietatea capului de a furniza un semnal de citire cu amplitudinea proporțională cu poziția relativă față de centrul pistei. Lungimea întrefierului capului  $h$  este egală cu lățimea pistei (fig. 2.65 a). Semnalul capului este prelucrat astfel încît să se respecte relațiile:

$$\begin{aligned} \text{Semnal poziție} &= K(B - A) \\ K(A + B) &= \text{const} \end{aligned} \quad (2.40)$$

unde  $A$  și  $B$  sînt porțiuni din semnalul de citire datorate pistei „A”, și, respectiv „B”, iar  $K$  este un parametru de amplificare.

Înregistrarea pistelor servo se poate face fie cu frecvențe diferite pe piste alternative (sisteme divizare frecvență), fie cu un impuls comun de sincronizare urmat de impulsuri întîrziate diferit. Cele mai cunoscute metode de codificare a semnalului servo sînt denumite „di-bit” și „tri-bit” (fig. 2.66). Semnalul obținut corespunzător ecuațiilor (2.40) (fig. 2.67, a) are treceri prin zero în centrul pistelor și este linear. Pistele de sincronizare sînt intercalate între pistele de date. Cînd capul de scriere-citire date se află pe o pistă de date, capul servo citește simultan două jumătăți de piste servo adiacente.

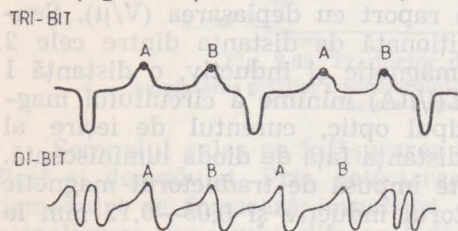


Fig. 2.66. Codificarea impulsurilor servo.

În exemplul din fig. 2.67, b, piste servo sînt înregistrate după metoda „di-bit” (perioada  $T = 2,48 \mu s$ ). Pulsurile pistelar impare și pare au aceeași frecvență, dar sînt defazate. Capul servo va furniza un semnal combinat, în care amplitudinea vîrfurilor este dependentă de poziția capului în raport cu centrul pistei de date. Acest semnal (DIBIT) prezintă două vîrfuri cu polaritate pozitivă ( $V_1$  și  $V_2$ ) urmată de două vîrfuri cu polaritate negativă ( $V_3$  și  $V_4$ ). Cînd capetele de date se află în centrul



pistei amplitudinea vîrfurilor este egală. Cînd capetele sînt ușor depărtate din centrul unei piste pare către exteriorul pilei, vîrfurile  $V_2$  și  $V_3$  au amplitudinea mai mare, iar  $V_1$  și  $V_4$  mai mică. Cînd capetele sînt ușor depărtate din centrul unei piste pare către centrul pilei, vîrfurile  $V_1$  și  $V_4$  vor avea amplitudinea mai mare, iar  $V_2$  și  $V_3$  mai mică.

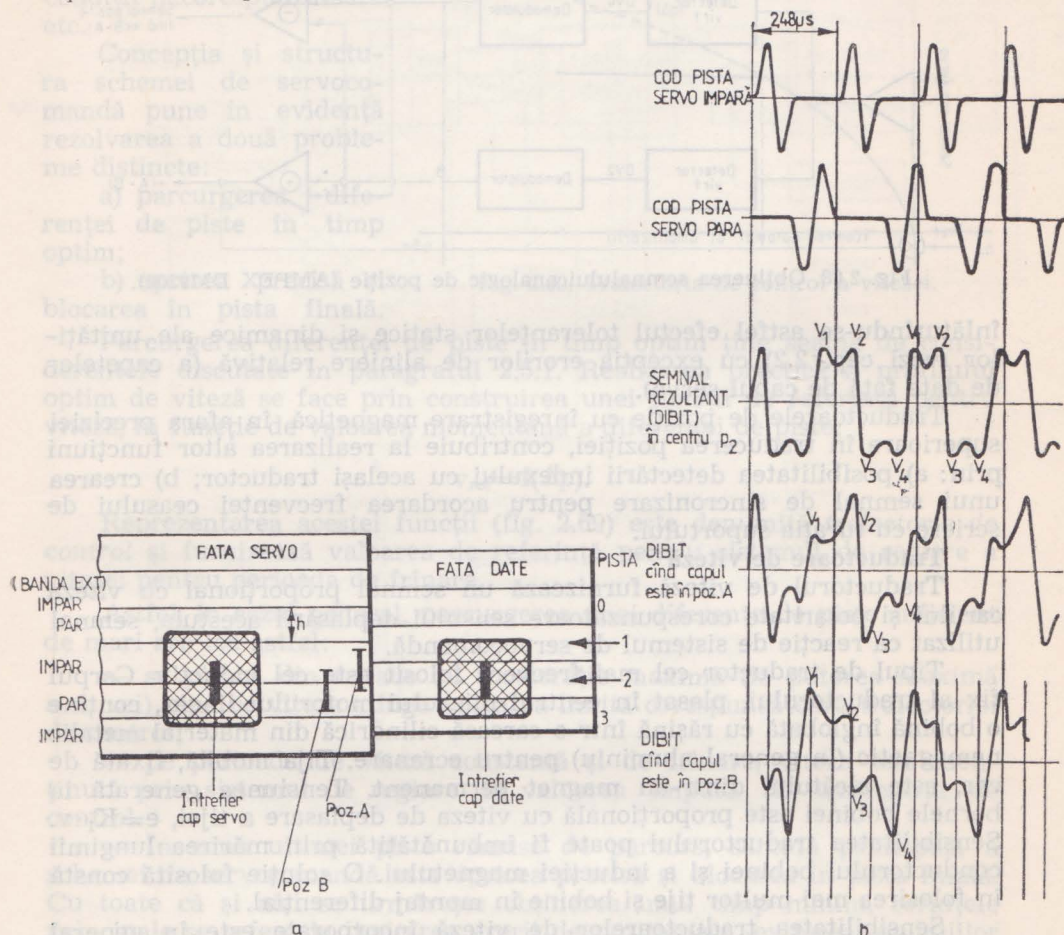


Fig. 2.67. Exemplu de traductor de poziție cu înregistrare magnetică (AMPEX DM9 200).

a — configurația feței servo; b — semnale culese de capul servo.

Tensiunea culeasă de capul servo este introdusă într-un detector de vîrf. Acesta furnizează două semnale, DV4 și DV2, în formă de dinți de fierăstrău, cu perioada egală cu  $2,48 \mu s$  și defazate cu  $180^\circ$ . Componenta medie a semnalului DV2 este proporțională cu amplitudinea vîrfurilor  $V_2$ , iar componenta medie a lui DV4 este proporțională cu amplitudinea vîrfurilor  $V_4$ .

Semnalul analogic de poziție fină rezultă prin scăderea componen-  
telor medii (conform relațiilor 2.40) ale celor două semnale DV4 și DV2



(fig. 2.68). Suma componentelor medii trebuie să aibă o valoare constantă și este folosită pentru controlul automat al amplificării.

Prin utilizarea acestui tip de traductor, fața de înregistrare servo (echivalentul riglei de la celelalte tipuri) face corp comun cu pachetul,

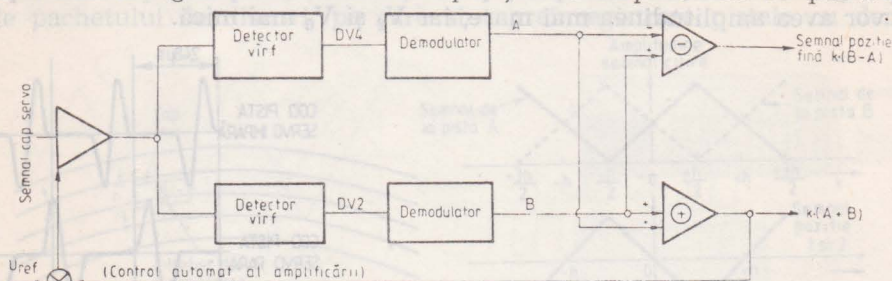


Fig. 2.68. Obținerea semnalului analogic de poziție (AMPEX DM9200).

înlăturându-se astfel efectul toleranțelor statice și dinamice ale unităților (vezi cap. 2.2) cu excepția erorilor de aliniere relativă (a capetelor de date față de capul servo).

Traductoarele de poziție cu înregistrare magnetică, în afara preciziei superioare în traducerea poziției, contribuie la realizarea altor funcțiuni prin: a) posibilitatea detectării indexului cu același traductor; b) crearea unui semnal de sincronizare pentru acordarea frecvenței ceasului de scriere cu turația suportului.

#### Traductoare de viteză

Traductorul de viteză furnizează un semnal proporțional cu viteza carului și polaritate corespunzătoare sensului deplasării acestuia, semnal utilizat ca reacție de sistemul de servocomandă.

Tipul de traductor cel mai frecvent folosit este cel inductiv. Corpul fix al traductorului, plasat în centrul miezului motorului linear, conține o bobină înglobată cu rășină într-o carcasă cilindrică din material metalic nemagnetic (în general aluminiu) pentru ecranare. Tija mobilă, fixată de car, este alcătuită dintr-un magnet permanent. Tensiunea generată la bornele bobinei este proporțională cu viteza de deplasare a tijei,  $e = K_1 \cdot v$ . Sensibilitatea traductorului poate fi îmbunătățită prin mărirea lungimii conductorului bobinei și a inducției magnetului. O soluție folosită constă în folosirea mai multor tije și bobine în montaj diferențial.

Sensibilitatea traductoarelor de viteză încorporate este în general de  $20 \text{ mV/cms}^{-1}$ . Alinierea traductorului (reglarea tijei astfel încât să nu atingă pereții interiori ai corpului fix), constituie o problemă dificilă, specifică acestui tip de traductor.

O altă metodă de obținere a unui semnal proporțional cu viteza carului constă în demodularea semnalului traductorului de poziție.

#### 2.5.4. Schema de servocomandă

Funcțiunea principală a schemei de servocomandă a poziționării capetelor este de a furniza semnalele de comandă elementului de acționare pentru realizarea deplasării impuse în condițiile de performanță discutate în cap. 2.2.



În afara funcțiunii principale de poziționare programată, sistemul de servocomandă este responsabil și pentru alte funcțiuni ce implică mișcarea capetelor, ca de ex: primul acces după montarea unui suport, aducerea de urgență a capetelor la detectarea unor condiții necorespunzătoare etc.

Concepția și structura schemei de servocomandă pune în evidență rezolvarea a două probleme distincte:

a) parcurgerea diferenței de piste în timp optim;

b) oprirea precisă și blocarea în pista finală.

Parcurgerea diferenței de piste în timp optim ține seama de considerentele discutate în paragraful 2.5.1. Realizarea practică a profilului optim de viteză se face prin construirea unei funcții de referință pentru viteză, în funcție de valoarea momentană a diferenței de piste:

$$v_{\text{ref}} = f(\Delta p).$$

Reprezentarea acestei funcții (fig. 2.69) este denumită *trajectorie de control* și furnizează valoarea de referință pentru sistemul de reglare a vitezei pentru perioada de frînare.

Astfel, în cazul general, parcurgerea unei diferențe de piste suficient de mari are loc astfel:

— se pleacă din repaus cu accelerație maximă (la puterea maximă a sursei) până ce viteza atinge valoarea limită corespunzătoare traiectoriei de control;

— pe perioada de viteză constantă și de frînare, viteza este menținută prin sistemul de reglare la valoarea impusă de traiectoria de control.

— În zona ultimei piste rămase de parcurs, sarcina principală a schemei de servocomandă este oprirea precisă și blocarea în pista finală. Cu toate că și aici se urmărește obținerea unui timp minim, cerințele principale se referă la limitarea erorii de poziționare, evitarea oscilațiilor la oprire și stabilitatea la perturbații.

În această porțiune mărimea de referință a sistemului de reglare nu mai este generată în schemă, ci este furnizată de traductorul de poziție, care asigură o bună sensibilitate în aprecierea erorii de poziție în raport cu centrul pistei.

Complexitatea schemelor de servocomandă crește odată cu mărirea densității de piste, datorită dificultății de a realiza o precizie de poziționare mare și în același timp a unui timp de acces redus în condițiile unei distanțe mici între piste (ex. 0,063 mm la 400 tpi).

La unitățile de discuri mai vechi, cu densități radiale sub 100 tpi schemele de servocomandă foloseau traductoare numerice de viteză și

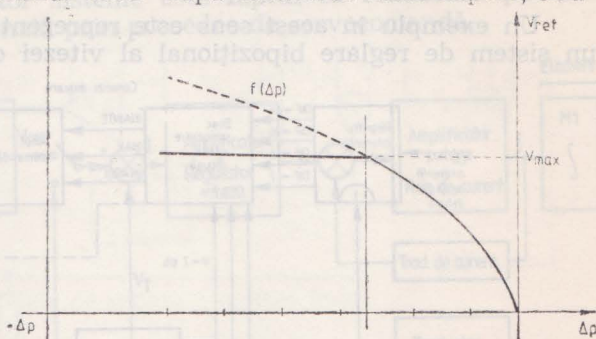


Fig. 2.69. Traiectoria de control a vitezei.



poziție, elemente de acționare de tip hidraulic sau cu motor de c.c. rotativ, iar blocarea pe pista finală era realizată mecanic, printr-un mecanism cu clichet.

Un exemplu în acest sens este reprezentat în fig. 2.70 și ilustrează un sistem de reglare bipozițional al vitezei carului cu timp de acces

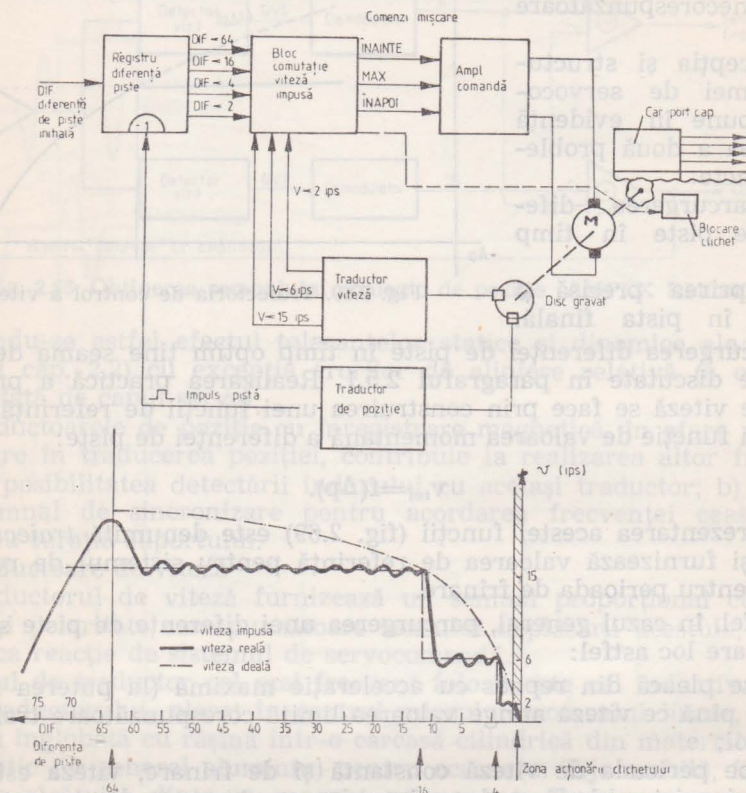


Fig. 2.70. Principiul schemei de servocomandă la unitatea (CDC9645).

mediu — 80 ms. Traiectoria de viteză impusă aproximează prin trepte, în perioada de frînare, un profil parabolic. Amplificatorul de comandă al motorului poate fi comutat dintr-un regim cu constantă de timp mică și amplificare mare (la schimbarea treptei de viteză) în cel de al doilea regim cu constantă de timp mare și amplificare mică (la menținerea vitezei pe palierul de viteză constantă). Valorile vitezei pot fi date în m/s sau în inch pe secundă (ips).

Mentenabilitatea produsului este serios afectată de numărul mare de potențiometre ( $\approx 15$ ) de ajustare prevăzute pentru menținerea curbelor de viteză standard. (Întrucât sistemul nu are traductor analog de viteză, curbele de viteză se vizualizează prin montarea unui tahogenerator pe axul motorului).

Perfecționările constructive aduse motoarelor de curent continuu (în special apariția motorului liniar) precum și dezvoltarea circuitelor inte-



grate liniare au făcut posibilă îmbunătățirea sistemului de servopoziționare și, în consecință, obținerea unor densități de piste superioare. Caracteristica principală acestor sisteme este faptul că realizează poziționarea și blocarea pe pista finală prin procedee de servocomandă.

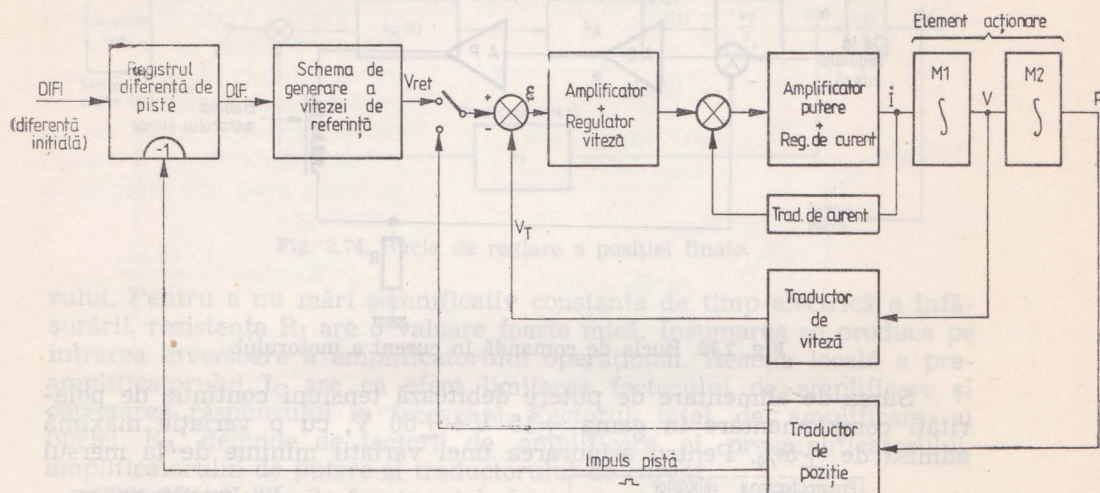


Fig. 2.71. Schema bloc a sistemului de servopoziționare.

Schema din fig. 2.71 reprezintă o structură tipică sistem de servopoziționare pentru discurile magnetice cu densități de piste pînă la 400 tpi.

Schema realizează o reglare în cascadă, avînd ca mărime principală reglată poziția, iar ca mărimi intermediare viteza și curentul.

Aceleași elemente ale buclei de reglare a vitezei sînt folosite pentru parcurgerea diferenței de piste („coarse mode”) și pentru secțiunea de poziționare în pista finală („fine mode”) prin comutarea semnalului de referință al regulatorului de viteză.

După cum s-a arătat în § 2.5.2 există două moduri de comandă a motorului linear. Primul mod se realizează cu un amplificator de putere cu caracteristică de amplificator de tensiune, avînd impedanța de ieșire mică.

Majoritatea soluțiilor constructive preferă modul de comandă realizat cu un amplificator de putere cu caracteristică de amplificator de curent, avînd impedanța de ieșire mare. În acest caz curentul este menținut la valoarea comandată chiar în prezența variațiilor tensiunii c.e.m.

Funcția de transfer a motorului în acest caz,  $Y = \frac{K_F}{s}$ , pune în evidență faptul că, în afara întârzierilor interne inerente ale amplificatorului de curent, nu există nici o întârziere în stabilirea vitezei motorului la valoarea impusă de amplificator.

Bucula de curent este realizată în general dintr-un amplificator de putere și un preamplificator cu rol de regulator de curent care prelucrează și un semnal de reacție (fig. 2.72).



Schema realizează un bun control al curentului în prezența perturbațiilor datorate variației tensiunii de alimentare de putere sau variației unor parametri cu temperatura.

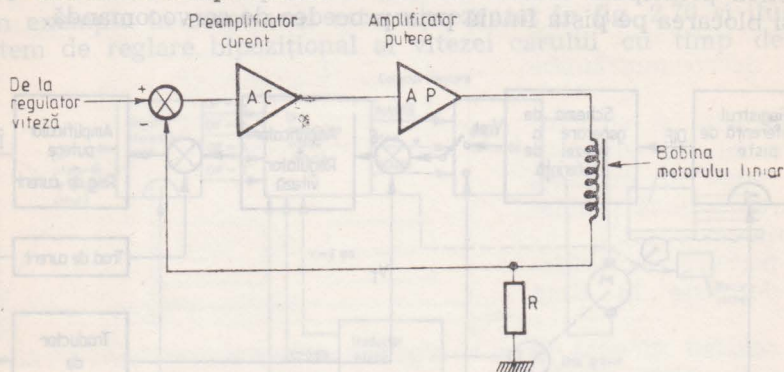


Fig. 2.72. Bucla de comandă în curent a motorului.

Sursa de alimentare de putere debitează tensiuni continue de polarități complementare în gama  $\pm 15 \text{ V} \div \pm 50 \text{ V}$ , cu o variație maximă admisă de  $\pm 5\%$ . Pentru asigurarea unei variații minime de la mersul

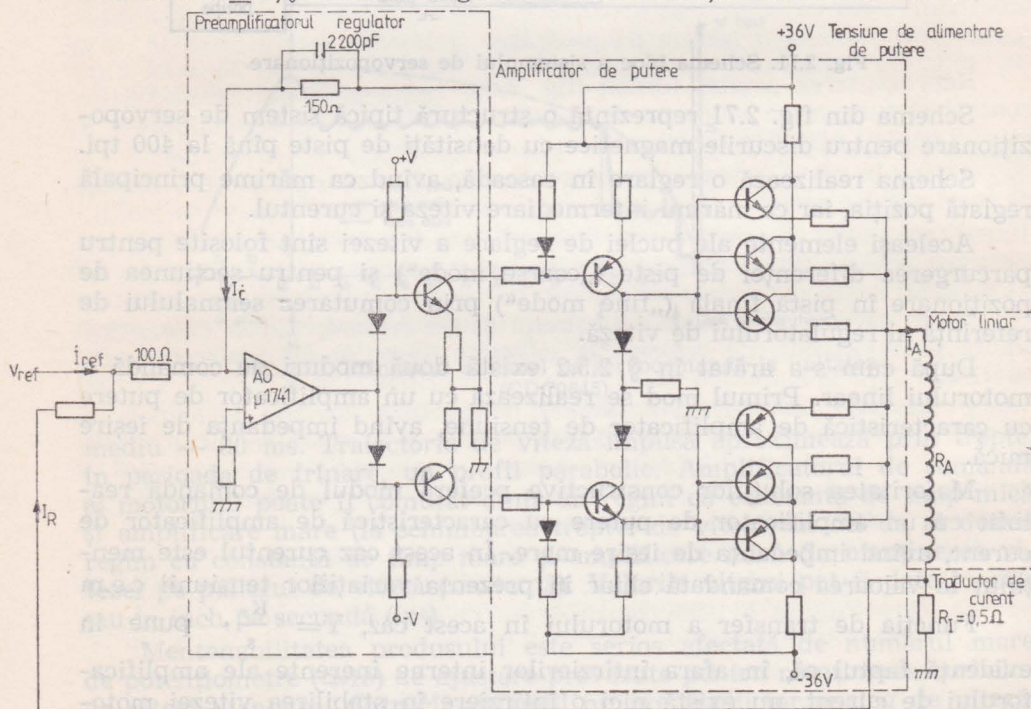


Fig. 2.73. Comanda curentului motorului (RCD-50M).

în gol pînă la consum maxim se folosesc de obicei surse de tip ferorezonanant cu condensatoare de filtrare de mare capacitate ( $50\,000 \mu\text{F} \div 150\,000 \mu\text{F}$ ).



Un exemplu de buclă de control a curentului, prin bobina motorului liniar este reprezentat în fig. 2.73 (unități RCD.-50M). Reacția de curent este realizată prin adăugarea unei rezistențe în serie cu bobina moto-

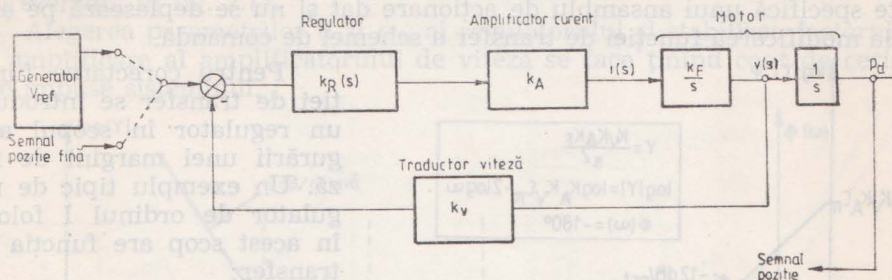


Fig. 2.74. Bucla de reglare a poziției finale.

ului. Pentru a nu mări semnificativ constanta de timp electrică a înfășurării, rezistența  $R_I$  are o valoare foarte mică. Însurarea se produce pe intrarea inversoare a amplificatorului operațional. Reacția locală a preamplificatorului  $I_C$  are ca efect limitarea factorului de amplificare și corectarea răspunsului în frecvență. Factorul total de amplificare al buclei,  $K_A$ , depinde de factorii de amplificare ai preamplificatorului, amplificatorului de putere și traductorului de curent.

Date fiind valorile foarte mici ale constantelor de timp care intervin în funcția de transfer a buclei de reglare a curentului, întreaga buclă poate fi privită în structura generală a schemei de comandă ca un simplu element de amplificare cu factor de amplificare  $K_A$ .

Bucla de reglare a vitezei folosește aceleași elemente ca și bucla de reglare a poziției în porțiunea ultimei piste.

Exigențele de performanță ale acestei bucle de reglare sînt determinate în special de funcționarea în regim de reglare de poziție, cînd semnalul de referință este semnalul analogic de tip rampă descrescătoare furnizat de traductorul de poziție (fig. 2.74).

Astfel, ca cerințe principale impuse sistemului de reglare se pot enumera:

a) eroare de poziționare  $< 3\%$  (datorată schemei de comandă) din distanța interpiste;

b) urmărirea semnalului de referință trebuie să se facă fără depășiri mari și cu un minimum de oscilații.

Din acest punct de vedere răspunsul considerat cel mai indicat corespunde unei singure oscilații amortizate, cu o depășire  $\sigma$  mai mică de  $10\%$  [49] la aplicarea unei intrări treaptă. Această formă ține cont și de cerința c.);

c) Timpul de stabilire  $T_s$  (timpul după care abaterea se menține sub  $2\%$ ) trebuie să fie cît mai mic;

d) sistemul trebuie să prezinte stabilitate. Rezerva de stabilitate poate fi exprimată prin valoarea marginii de fază  $\Phi_m$ , pusă în evidență în diagrama Bode. Se asigură de obicei  $\Phi_m > 40^\circ$ .

Introducerea regulatorului este cerută în primul rînd de asigurarea stabilității, deoarece, după cum se observă din diagrama Bode (fig. 2.75) pentru sistemul necompensat, marginea de fază  $\Phi_m$  este nulă.



În realitate, funcția de transfer a sistemului suferă modificări importante în zona frecvențelor de rezonanță structurală  $\omega_R$  proprii elementului de acționare (figurate punctat în fig. 2.75). Frecvența de rezonanță este specifică unui ansamblu de acționare dat și nu se deplasează pe axa  $\omega$  la modificarea funcției de transfer a schemei de comandă.

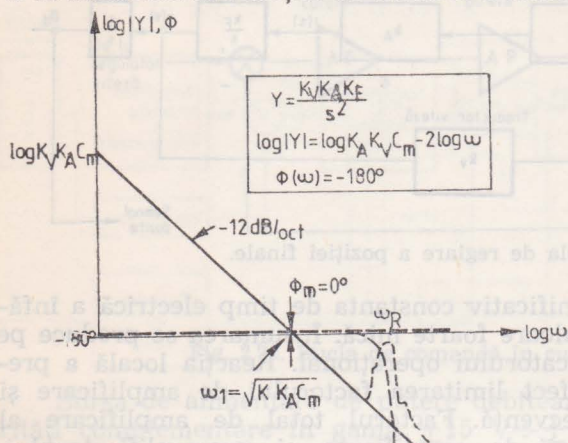


Fig. 2.75. Diagrama Bode pentru sistemul necompensat.

Se exprimă astfel funcția de transfer a regulatorului în funcție de parametrii  $\alpha$  și  $\omega_m$

$$K_R(s) = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1 + s \cdot \sqrt{\alpha} / \omega_m}{1 + s \cdot 1 \sqrt{\alpha} / \omega_m}$$

Caracteristicile de frecvență ale regulatorului sînt indicate în fig. 2.76. Funcția de transfer a buclei deschise a sistemului cu regulator va fi:

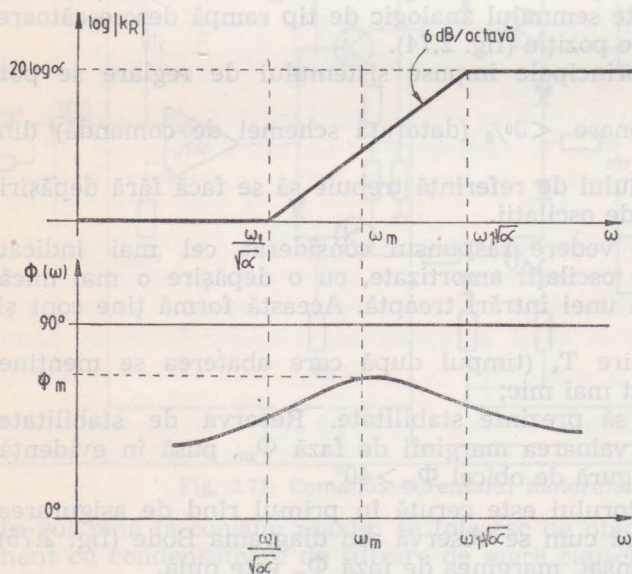


Fig. 2.76. Caracteristicile de frecvență ale regulatorului de ord. I.

Pentru corectarea funcției de transfer se introduce un regulator în scopul asigurării unei margini de fază. Un exemplu tipic de regulator de ordinul I folosit în acest scop are funcția de transfer:

$$K_R(s) = \frac{1}{\alpha} \cdot \frac{1 + \alpha \tau s}{1 + \tau s}$$

Funcția  $\phi(\omega) =$

$$= \arctg \frac{\alpha \omega \tau - \omega \tau}{1 + \alpha \omega^2 \tau^2} \text{ are un ma-}$$

$$\text{xim pentru } \omega_m = \frac{1}{\tau \sqrt{\alpha}}.$$



$$Y(s) = \frac{K_A K_V K_F (1 + s\sqrt{\alpha}/\omega_m)}{s^2(1 + s \cdot 1/\sqrt{\alpha} \cdot \omega_m)}$$
; iar diagrama Bode corespunzătoare este

reprezentată în fig. 2.77.

Alegerea parametrilor  $\alpha$  și  $\omega_m$  ai regulatorului și stabilirea factorului de amplificare al amplificatorului de viteză se face ținând cont de cerințele impuse sistemului.

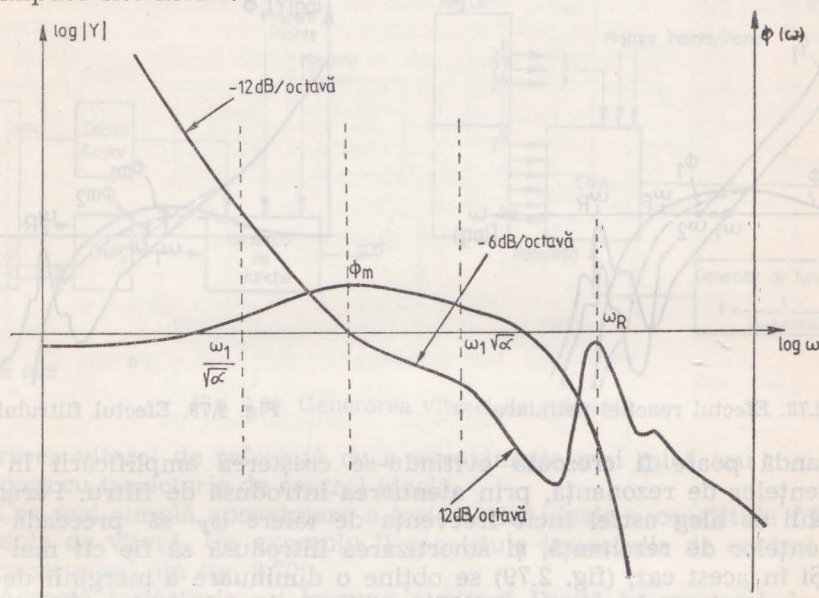


Fig. 2.77. Caracteristicile sistemului compensat.

$\omega_m$  se alege egal cu frecvența de tăiere  $\omega_1$  a sistemului compensat. Valoarea lui  $\omega_m$  determină lărgimea de bandă, care este invers proporțională cu timpul de stabilire  $T_s$ . Din acest punct de vedere, este de dorit ca  $\omega_1$  să fie cât mai mare, lucru posibil de realizat prin mărirea factorului de amplificare  $K_v$ . Totuși, mărirea lui  $\omega_1$  este limitată de fenomenele de rezonanță. Din alegerea lărgimii de bandă  $\omega_1$  rezultă valorile parametrilor  $K_v$  și  $\omega_m$ .

Parametrul  $\alpha$  se alege din considerente de stabilitate și de performanțe ale regimului tranzitoriu.

Pentru asigurarea unei margini de fază de minimum  $40^\circ$  trebuie ca  $\alpha > 6$  [49]. Dacă însă  $\alpha$  depășește valoarea 10, răspunsul sistemului la o intrare treaptă va fi oscilant și cu depășiri inadmisibile.

Pentru îmbunătățirea în continuare a performanțelor, în cazul folosirii unui regulator de ordinul I, unele unități prezintă soluții pentru mărirea lărgimii de bandă fără a afecta stabilitatea în zona frecvențelor de rezonanță.

Un procedeu folosit este introducerea unei reacții pozitive nealiniare în paralel cu amplificatorul de viteză. Elementul nelinier realizează o amplificare mărită în zona semnalelor de comandă mici, îmbunătățind timpul de stabilire și sensibilitatea la perturbații. Modificarea funcției de transfer (fig. 2.78) are ca efect micșorarea marginii de fază, care



trebuie menținută în limite acceptabile. Timpul de stabilire se poate reduce prin această metodă cu pînă la 10%, cu păstrarea unei margini de fază acceptabile.

Un alt procedeu (ex. IBM 3340) este introducerea în buclă a unui element de corecție avînd funcția de filtru trece-jos [49]. Astfel, lărgimea

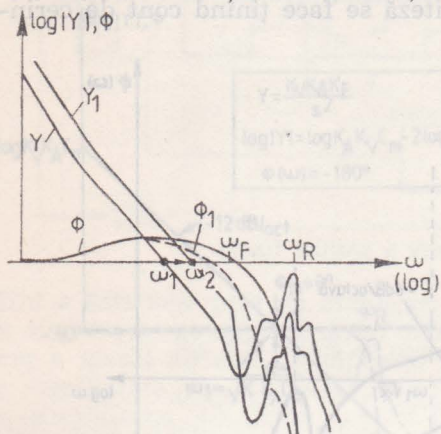


Fig. 2.78. Efectul reacției neliniare.

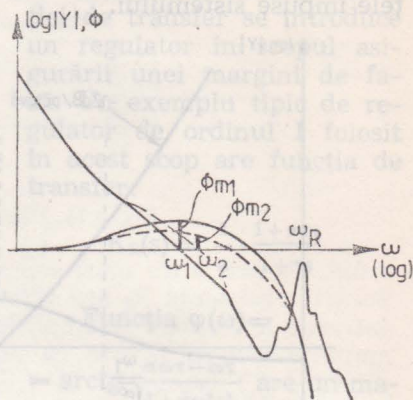


Fig. 2.79. Efectul filtrului.

de bandă poate fi crescută evitîndu-se creșterea amplificării în zona frecvențelor de rezonanță, prin atenuarea introdusă de filtru. Parametrii filtrului se aleg astfel încît frecvența de tăiere  $\omega_F$  să preceadă zona frecvențelor de rezonanță, și amortizarea introdusă să fie cît mai mică.

Și în acest caz, (fig. 2.79) se obține o diminuare a marginii de fază. Un inconvenient al acestei soluții îl constituie faptul că, datorită uzurii și toleranțelor mecanice, la anumite unități, pot apărea fenomene de rezonanță în jurul frecvenței  $\omega_F$ , ce pot duce la instabilitate.

O altă problemă de care trebuie să se țină seama în sistemele de poziționare este deplasarea radială a pistelor la variația temperaturii pachetului de discuri. La unitățile cu densități mari de piste, această problemă trebuie rezolvată de sistemul de poziționare în cadrul schemei de poziționare exactă în pista finală. De obicei se acționează prin modificarea semnalului analogic de referință  $e_{RF}$ , fie prin însăși structura traductorului de poziție fină (ex. traductorul de la RCD-50 M), fie prin adăugarea unui semnal de compensare în sumatorul amplificatorului de viteză, obținut de la un traductor de temperatură (ex. ISS 3512).

La unitățile cu cap și față servo această problemă nu apare datorită mutării referinței pe disc.

Un alt factor de care trebuie să se țină seama în schemele practice este efectul derivei nulului amplificatoarelor operaționale la variațiile tensiunilor continue. Pe lîngă măsurile de stabilizare a tensiunilor continue unele scheme folosesc chiar semnale de corecție la intrarea amplificatorului de viteză pentru compensarea variației tensiunilor continue.

Pentru diminuarea influenței perturbațiilor de tensiune și în special a tensiunii de offset a amplificatorului de curent, unele elemente ale regulatorului  $K_R(s)$  se introduc în bucla de reacție. Menținîndu-se funcția de transfer globală, factorului de amplificare  $K_v$  al amplificatorului de



viteză îi corespunde o valoare mai mare și efectul tensiunii de offset este astfel diminuat în raport cu efectul semnalului util  $\epsilon_{pF}$ .

**Schema de generare a vitezei de referință.** Rolul acestei scheme este furnizarea unui semnal de referință ( $V_{ref}$ ) buclei de reglare a vitezei, pentru optimizarea timpului de poziționare. Soluțiile practice realizează

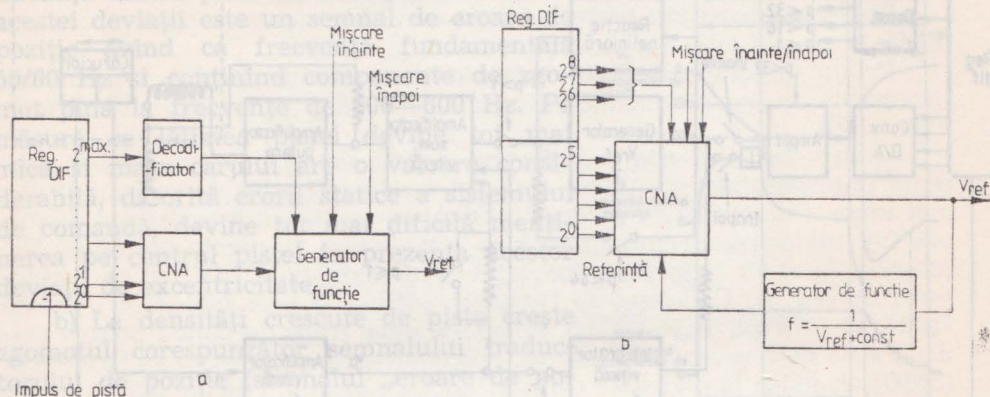


Fig. 2.80. Generarea vitezei de referință.

generarea vitezei de referință cu o aproximație mai mică sau mai mare în raport cu traiectoria de control ideală.

Cea mai simplă aproximare a traiectoriei ideale o constituie frînarea în trepte de viteză. Un exemplu îl constituie traiectoria de control reală pentru sistemul din fig. 2.70.

Această traiectorie nu impune o viteză limită în procesul de accelerare, dar pe ultimele 64 de piste se realizează o frînare în 3 trepte de viteză. Aproximarea traiectoriei ideale este cu atât mai bună cu cât treptele de viteză la frînare sînt mai numeroase.

Schema cea mai folosită pentru generarea  $V_{ref}$  conține un convertor numeric/analog care furnizează un semnal diferit pentru fiecare valoare a ultimilor biți ai registrului DIF. Convertorul numeric/analog prelucrează de obicei ultimii 6 sau 5 biți corespunzători ultimelor 64 sau 32 de piste (fig. 2.80 a).

Generatorul de funcție stabilește amplitudinea semnalului  $V_{ref}$  ca funcție de DIF și, de asemenea, stabilește polaritatea lui  $V_{ref}$  în funcție de sensul mișcării comandate, indicat de obicei printr-un semnal provenit de la unitatea de legătură.

O aproximare foarte bună a traiectoriei parabolice se obține prin introducerea unui generator de funcție cu diode ca reacție pentru convertorul digital/analog (IBM 3340), reacție care modifică tensiunea de referință a convertorului (fig. 2.80 b).

Convertorul numeric/analog este forțat la valoarea maximă cînd unul din cei 3 biți mai semnificativi este diferit de zero ( $DIF > 64$ ).

Soluția prezintă atât avantajul unei bune aproximări, cît și pe cel al reducerii numărului de segmente al generatorului de funcție.

Un exemplu de structură a schemei de generare a vitezei de referință este prezentat în fig. 2.81.



Amplificatorul convertor de poziție furnizează un semnal proporțional cu diferența de piste pentru ultimele 32 de piste. Când  $DIF > 32$ , semnalul este menținut la nivel maxim. În funcție de sensul mișcării polaritatea semnalului este inversată sau nu înainte de intrarea în ampli-

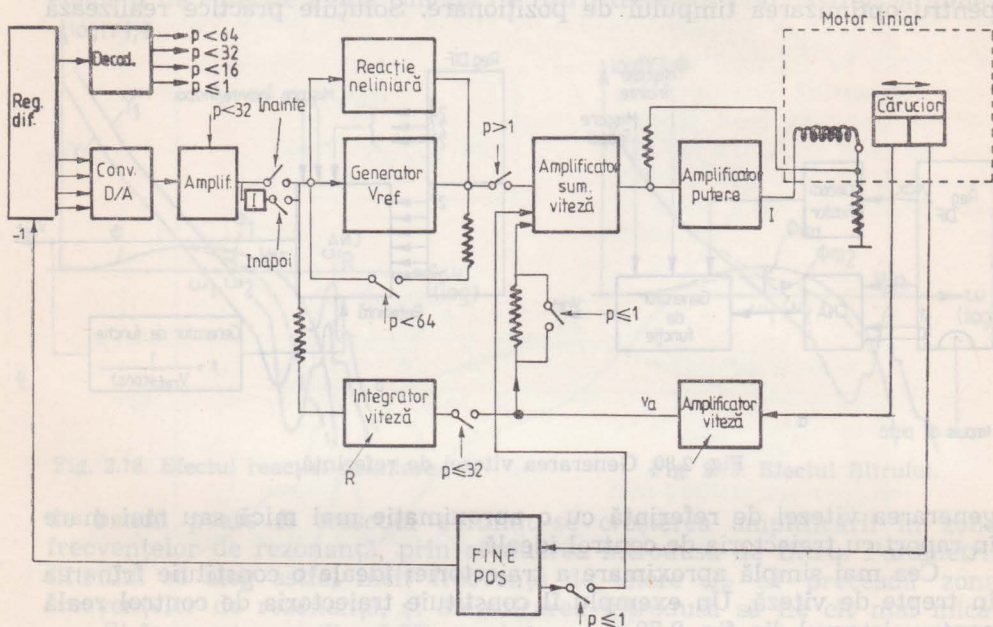


Fig. 2.81. Exemplet de schemă de generare —  $V_{ref}$  la RCD-50M:

$v_a$  = viteză actuală

Amplificatorul sumator are o amplificare variabilă în funcție de diferența de piste. Când diferența de piste devine egală cu 64 se cuplează în reacție o rezistență de 9 K, reducându-se amplificarea.

Reacția neliniară este realizată printr-o schemă de rezistențe și diode și realizează o creștere a amplificării în zona  $\pm 2V$ , îmbunătățind timpul de stabilire.

Amplificatorul integrator de viteză este validat la parcurgerea ultimelor 32 piste. El integrează semnalul de la ieșirea amplificadorului traductorului de viteză și este adus la intrarea amplificadorului sumator pentru netezirea semnalului în trepte produs de amplificadorul de poziție.

Funcționarea schemei este ilustrată în fig. 2.82 unde se redă variația în timp a unor semnale la o comandă de mișcare înainte de 174 piste.

**Creșterea densității radiale a pistelor.** Schema generală a sistemului de servopозиționare din fig. 2.71 cu regulator de ordinul I discutată în cele mai sus este larg răspândită la unitățile de discuri de mare și medie capacitate ce realizează o densitate de piste de la 200 la 400 tpi. Factorul determinant în creșterea densității de la 200 la 400 tpi a fost folosirea traductorului de poziție cu înregistrare magnetică, în locul celui optic sau inductiv. Creșterea în continuare a densității pistelor în condițiile unui timp de acces redus necesită considerarea unor elemente critice ale sistemului, care vor fi subliniate în continuare.



a) Pistele circulare de pe suprafața servo nu sînt perfect centrate în raport cu axul de rotație. Micile deviații se pot datora toleranțelor echipamentului de preînregistrare, vibrațiilor, zgomotului datorat rulmenților broșei și toleranțelor geometrice ale cuplării pe broșă. În tehnologiile actuale, aceste deviații pot atinge valori de 500  $\mu$ inch (față de 2 000  $\mu$ inch distanța dintre piste de 500 tpi). Rezultatul acestei deviații este un semnal de eroare de poziție avînd ca frecvență fundamentală 50/60 Hz și conținînd componente de zgomot pînă la frecvențe de 500–600 Hz. Pe măsură ce lățimea pistei devine tot mai mică și masa carului are o valoare considerabilă, datorită erorii statice a sistemului de comandă, devine tot mai dificilă menținerea pe centrul pistei în prezența acestor deviații de excentricitate.

b) La densități crescute de piste crește zgomotul corespunzător semnalului traductorului de poziție (semnalul „eroare de poziție”,  $\epsilon_{pf}$ ). Dintre cauzele deteriorării semnalului de poziție se pot enumera: zgomote datorate materialului magnetic și defectăunilor acestuia, zgomote datorate lanțului electronic de prelucrare a semnalului, variația distanței de separare cap-suport, absența informației servo în porțiunea indexului. Creșterea zgomotului semnalului de poziție afectează precizia opririi și menținerii în centrul pistei adresate.

Erori ale traductorului de poziție pot interveni și pe durata parcurgerii cu viteză mare a diferenței de piste, cînd traductorul furnizează impulsuri de decrementare a diferenței de piste rămase pe parcurs. Dacă viteza are o valoare mare, rata de eșantionare a informației servo trebuie să fie suficient de mare pentru a evita nedetectarea traversării unei piste pe durata detectării indexului (informație servo absentă) [54]. Modul de codificare a semnalului servo este esențial pentru precizia traductorului de poziție.

c) Odată cu micșorarea lățimii unei piste, precizia de poziționare ce trebuie obținută la sfîrșitul parcurgerii diferenței de piste („coarse mode”) în vederea comutării servosistemului pe semnalul de poziție fină al traductorului de poziție devine dificil de realizat. Eroarea de poziție în momentul comutării se datorează imperfecțiunii aproximării traiectoriei de control de către schema de generare a vitezei de referință (derivă amplificatelor, toleranțe, zgomot).

Efectul acestei erori de poziție se traduce prin mărirea timpului de stabilire (efect amplificat și de prezența componente de joasă frecvență de la pct. a) sau chiar prin erori de poziționare ireparabile.

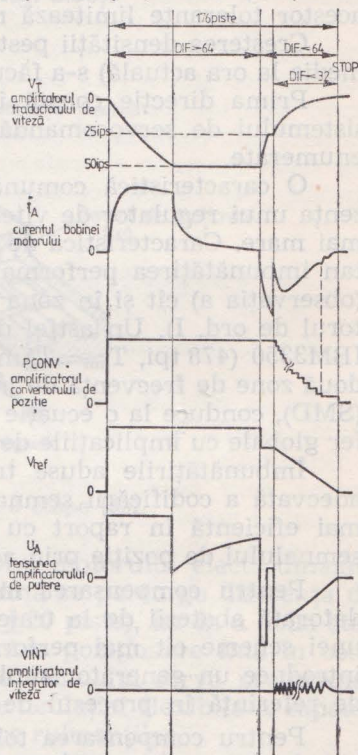


Fig. 2.82. Forme de semnale pentru schema din fig. 2.81.



d) Precizia poziționării în raport cu referința preînregistrată pe suprafața servo este numai o componentă a preciziei de poziționare totale a capetelor date. Toleranțele admise în alinierea relativă a capetelor ( $<5 \mu$  la 400 tpi) (efectuată cu un suport etalon) devin dificil de realizat la distanțe mici între piste. Posibilitățile de aliniere a capetelor în cadrul acestor toleranțe limitează numărul suprafețelor de date (cca 5).

Creșterea densității peste valoarea de 300 tpi (care se poate considera medie la ora actuală) s-a făcut pe două căi.

Prima direcție constă în îmbunătățirea performanțelor elementelor sistemului de servocomandă, în sensul rezolvării unora din dificultățile enumerate.

O caracteristică comună pentru această categorie o constituie prezența unui regulator de viteză (poziție) mai performant de ordinul II sau mai mare. Caracteristica de amplitudine a regulatorului realizează simultan îmbunătățirea performanțelor în zona joasei frecvențe (de 50/60 Hz) (observația a) cât și în zona frecvențelor de rezonanță (similar cu regulatorul de ord. I). Un astfel de filtru de ordinul II este folosit în unitatea IBM3350 (478 tpi,  $T_{am}=22$  ms). Folosirea unor filtre de bandă pentru cele două zone de frecvență de interes, procedeu utilizat în unitatea CDC-9766 (SMD), conduce la o ecuație caracteristică de gradul 6 a funcției de transfer globale cu implicațiile de calcul corespunzătoare ([50]).

Îmbunătățirile aduse traductorului de poziție constau în stabilirea adecvată a codificării semnalului servo (metoda „di-bit“ este considerată mai eficientă în raport cu zgomotul [55]) și în corectarea amplificării semnalului de poziție prin adăugarea unui filtru [54].

Pentru compensarea inconvenientelor legate de eroarea de poziție datorată abaterii de la traiectoria de control (pct. c), pe lângă realizarea unei scheme cât mai performante de generare a vitezei de referință, se introduce un generator suplimentar de funcție care controlează mărimea de referință în procesul de comutare a semnalului de referință.

Pentru compensarea toleranțelor de aliniere a capetelor, unele unități de discuri (ex. HP7920A, 385 tpi,  $T_{am}=25$  ms) sînt prevăzute cu posibilitatea unei deplasări în pași mici, prin program, a capetelor cu erori de aliniere, prin intermediul unui semnal de „off set“ programabil, la intrarea amplificatorului regulator de viteză (poziție).

O altă cale de creștere a densității constă în găsirea unor soluții noi, calitativ diferite pentru unele elemente ale schemei de servocomandă.

O metodă care deschide perspective promițătoare în creșterea densității pistelor este folosirea capetelor de date ca traductoare de poziție proprii fiecărei suprafețe.

Avantajul principal al metodei constă în înlăturarea inconvenientelor legate de alinierea relativă a capetelor, și în consecință, creșterea performanțelor de interschimbabilitate în condițiile unor densități mari de piste ( $\geq 500$  tpi). O performanță deosebită în exploatare este eliminarea necesității procedurii de aliniere a capetelor cu disc etalon.

O soluție în acest sens [53] folosește un suport prevăzut cu două straturi magnetice suprapuse, corespunzătoare informației servo (dedesubt) și datelor (deasupra), diferențierea semnalelor citite de același cap făcîndu-se prin frecvență.



Pentru înlăturarea perturbațiilor datorate vibrațiilor în rulmenți (a) precum a efectelor masei importante a carului portcapete se prevede un element de acționare compus dintr-un element pentru poziționarea grosieră și un element pentru poziționare fină (fig. 2.83).

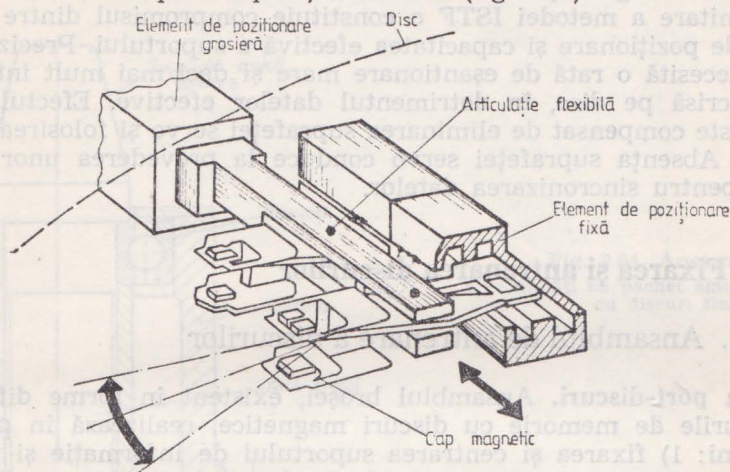


Fig. 2.83. Element de acționare în 2 etape [53].

Ambele elemente se bazează pe principiul motorului electrodinamic liniar. Mișcarea are loc în două etape: în prima se parcurge diferența de pistă cu o viteză mare și cu o precizie mică ( $\pm 20$  piste), iar în a doua etapă, capetele sînt acționate de elementul pentru poziționare fină în conformitate cu semnalul de poziție furnizat de semnalul servo preînregistrat. Avantajele soluției rezidă în calitatea articulației flexibile a capetelor, care înlătură perturbațiile corespunzătoare rulmenților.

Folosirea capetelor de date ca traductoare de poziție se poate face scriind informația servo în spațiul dintre sectoare; metoda este denumită ISTF („Interspersed Servo Track Following”) și a fost aplicată cu succes în unele unități de discuri. Principiul metodei, spre exemplu în unitatea VRC-5017 sau în unitatea midicartridge CII Honeywell-D120, constă în parcurgerea diferenței de piste cu o precizie de  $\pm 4$  piste, folosind o schemă tradițională, cu traductor optic de poziție, după care poziționarea pe pista finală se face folosind informația servo, cuprinsă în spațiile dintre sectoare, furnizată chiar de capul selecționat pentru operația de scriere/citire.

Informația servo fiind dispusă în toate spațiile intersectoare ale unei piste, cu o rată de eșantionare corespunzătoare, sistemul de servopoziționare poate urmări deviațiile de excentricitate prezentate la pct. a.

Un alt avantaj al metodei constă în faptul că eroarea de poziție la sfîrșitul parcurgerii diferenței de piste are o plajă admisă mult mai largă ( $\pm 4$  piste față de  $\pm 1/2$  pistă).

O altă soluție de folosire pentru informații servo a spațiilor intersector realizează scrierea adreselor pistelor în aceste spații într-un cod ciclic cu distanță unitară (ex. cod Gray [51]). Astfel, pe durata parcurgerii diferenței de piste capul selectat poate detecta cu o aproximație de



1/2 pistă poziția instantanee. Metoda se pretează la o reglare numerică a poziției, controlată de microprocesor, pe porțiunea parcurgerii diferenței de piste, poziționarea exactă în pista finală realizându-se sub comanda semnalului analog de poziție fină.

O limitare a metodei ISTF o constituie compromisul dintre performanțele de poziționare și capacitatea efectivă a suportului. Precizia poziționării necesită o rată de eșantionare mare și deci mai mult informație servo înscrisă pe disc, în detrimentul datelor efective. Efectul acestei limitări este compensat de eliminarea suprafeței servo și folosirea ei pentru date. Absența suprafeței servo conduce la prevederea unor măsuri speciale pentru sincronizarea datelor.

## 2.6. Fixarea și antrenarea discurilor

### 2.6.1. Ansamblul de antrenare a discurilor

**Broșa port-discuri.** Ansamblul broșei, existent în forme diferite în toate tipurile de memorie cu discuri magnetice, realizează în principal 2 funcțiuni: 1) fixarea și centrarea suportului de informație și 2) lăgăruirea, care asigură rotația acestuia. Condiția esențială impusă acestui ansamblu mecanic este reducerea bătailor radiale și axiale ale discurilor sub valorile impuse de precizia de aliniere a capetelor de pistă. Alte condiții se referă la prevenirea încălzirii generate de frecare, a încărcării electrostatice, la reducerea uzurii, simplificarea operației de montare a discurilor (amovibile).

*Construcția broșei.* Principal, ansamblul broșei are aceeași configurație la toate tipurile de unități, fiind alcătuit din axul central (broșa propriu-zisă) pe care se fixează discurile și carcasa fixă montată pe platina unității (fig. 2.84). Lăgăruirea se realizează în general cu o pereche de rulmenți radiali-axiali sau radiali. Detaliile de construcție și precizia depind de condițiile impuse de tipul de unitate (de densitatea pistelor, de forma și mărimea discului sau pachetului de discuri).

Astfel, la unitățile cu pachet amovibil, unde pachetul amovibil cu o masă relativ mare se rotește cu 2 400 sau 3 600 rpm, iar densitatea pistelor este de 100—400 tpi, bătaia broșei nu trebuie să depășească 1—2  $\mu$ . Creșterea de temperatură în funcționarea la turația nominală se limitează la cca 10°C. Broșa este în acest caz un ansamblu destul de pretențios. Se folosesc rulmenți într-o clasă superioară de precizie și joc, selectați la montaj. Suprafețele axului și alezajelor se prelucreză cu toleranțe de ordinul  $\pm 2 \mu$ . Pentru preluarea jocurilor în rulmenți și mărirea rigidității ansamblului se prevede de asemenea prestrângerea rulmenților (forță de cca 10 kgf) care se realizează, în general, cu un pachet de arcuri disc (fig. 2.84 a). Rulmenții sînt etanșați și prelubrifikați pentru a permite o durată de funcționare cît mai mare fără operații de întreținere. Pachetele de discuri montate pe aceste broșe sînt echilibrate dinamic la aprox. 10 gcm în două plane.

La unitățile de discuri încasate și cu discuri fixe (fig. 2.85 c) solicitarea broșei datorită insuficienței echilibrării dinamice a discurilor este mai mică ceea ce permite și gabarite mai mici ale ansamblului.



Construcția ansamblului broșă este mult simplificată la unitățile cu discuri flexibile (fig. 2.84, b) dat fiind condițiile mai puțin pretențioase: densitatea pistelor — 48 tpi, masă nesemnificativă a suportului, viteza de rotație redusă (360 rpm).

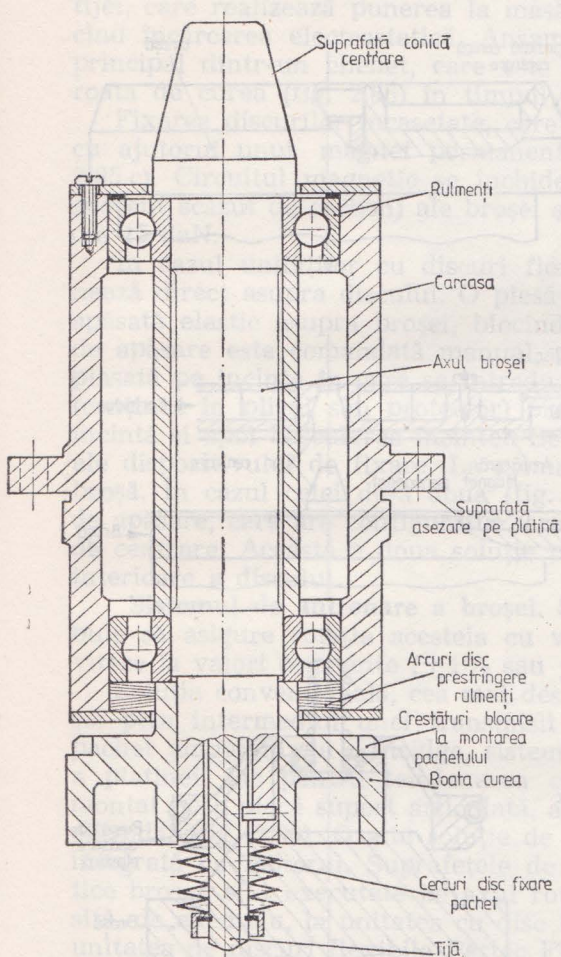
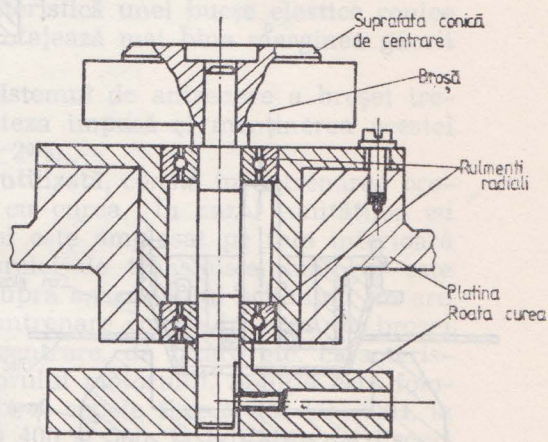


Fig. 2.84. Ansamblul broșă:  
a — unități cu pachet amovibil; b — unități cu discuri flexibile.



**Centrarea și fixarea discurilor.** Elementele care realizează centrarea și fixarea discurilor sînt situate pe axul central al broșei. Caracteristic tuturor unităților de discuri este utilizarea pentru centrare a unei suprafețe conice, prelucrate în general în axul broșei. Dispozitivul de fixare diferă în funcție de tipul de suport (fig. 2.85).

La unitățile cu pachet amovibil fixarea se realizează cu un mecanism de strîngere cu șurub. În interiorul arborelui broșei există o tijă care se poate deplasa pe verticală fără să se rotească și care este prevăzută în partea superioară cu o gaură filetată în care se înșurubează știftul filetat din piesa centrală a pachetului (fig. 2.85 a). Această mișcare este în-



soțită de ridicarea tijei și comprimarea unui arc (de obicei un pachet de arcuri disc, fig. 2.84 a). Forța de strângere astfel realizată este de cca 100 daN. Pentru montarea discurilor, după așezarea pe conul broșei, se rotește capacul pachetului care antrenează piesa centrală. După atin-

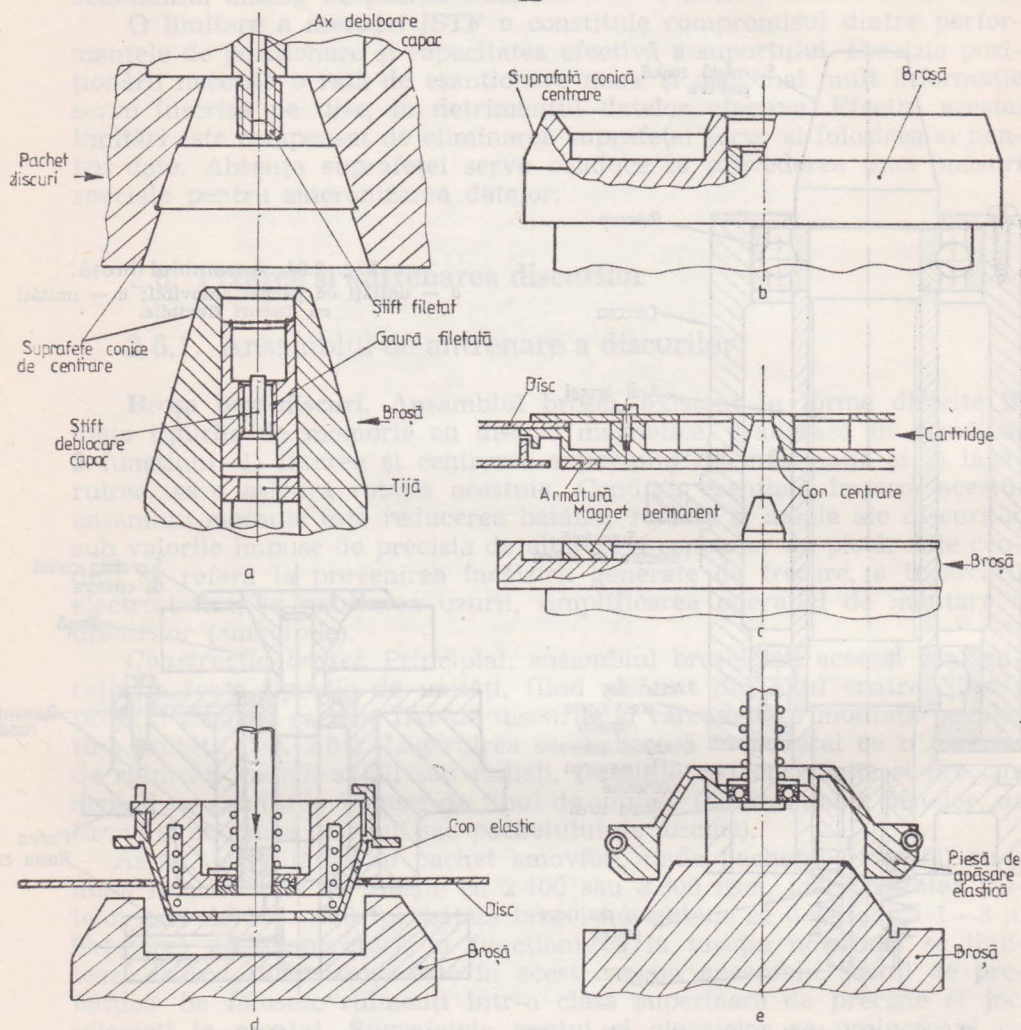


Fig. 2.85. Centrarea și fixarea discurilor amovibile:

a — unități cu pachet mobil tip 2311 și 2314; b — unități cu pachet amovibil tip 3330 și SMD;  
c — unități cu discuri încasate; d și e — unități cu discuri flexibile.

gerea forței amintite, un mecanism de blocare cu bile amplasat în piesa centrală și acționat de știftul vertical al tijei broșei eliberează capacul.

Construcția pachetului și, parțial, a broșei prezintă unele diferențe la pachetele de 7,29 și 58 Moct. (fig. 2.84. a 2.85 a) față de cele de 100—200 Moct (fig. 2.85. b). În cazul acestora din urmă, cerințele de precizie și stabilitate dinamică sporite au impus folosirea unei suprafețe de centrare cu diametrul mai mare.



Alte 2 subansamble amplasate la baza broșei, sub platină, au funcțiuni legate de operația de montare a pachetului. Ansamblul „contact pachet instalat” semnalizează terminarea operației de montare, fiind acționat de tija broșei în mișcarea sa de ridicare. Este de asemeni prevăzută o lamelă elastică, presată permanent pe extremitatea inferioară a tijei, care realizează punerea la masă a broșei și a pachetului, împiedicând încărcarea electrostatică. Ansamblul de blocare a broșei constă în principal dintr-un clichet, care este împins în creștăturile existente în roata de curea (fig. 2.86) în timpul operației de montare a pachetului.

Fixarea discurilor încasetate, care au o masă mai mică, se realizează cu ajutorul unui magnet permanent circular, amplasat pe broșă (fig. 2.85 c). Circuitul magnetic se închide prin piesele metalice (oțel cu un procent scăzut de carbon) ale broșei și casetei. Forța de stringere este de cca 15 daN.

În cazul unităților cu discuri flexibile, dispozitivul de fixare acționează direct asupra discului. O piesă circulară, din material plastic, este apăsată elastic asupra broșei, blocând discul (fig. 2.85 d și e). Mișcarea de apăsare este comandată manual, piesa amintită fiind în general amplasată pe incinta în care se introduce discul. Montarea discului flexibil (conținut în plicul său protector) presupune introducerea sa laterală în incintă și apoi bascularea incintei. Se folosesc două variante constructive ale dispozitivului de fixare. La prima (fig. 2.85 d) conul este realizat pe broșă. În cazul celei de-a doua (fig. 2.85 e) conul este realizat în piesa de apăsare, care are configurația caracteristică unei bușe elastice conice de centrare. Această a doua soluție protejează mai bine marginea găurii interioare a discului.

**Sistemul de antrenare a broșei.** Sistemul de antrenare a broșei trebuie să asigure rotația acesteia cu viteza impusă și menținerea acestei viteze la valori constante ( $\pm 1\%$  sau  $\pm 2\%$ ).

Soluția convențională, cea mai des utilizată, constă în antrenarea broșei prin intermediul unei transmisii cu curea. În cazul unităților cu pachet amovibil sau cartridge, sistemul este amplasat pe fața inferioară a platinei, iar pentru tensionarea curelei de transmisie, motorul este montat pe o placă suport articulată, asupra ansamblului acționând un arc elicoidal (fig. 2.86). O altă soluție de antrenare constă în execuția broșei integrată cu motorul. Suprafețele de centrare, de fixare etc. caracteristice broșei, sînt executate pe axul rotorului motorului. Soluția este folosită, de exemplu, la unitatea cu disc fix și capete fixe MOM DM-08B, la unitatea de discuri flexibile Pertec FD 400 și 500, la unitățile de discuri „cartridge” Wangco seria T, F, ISOT 1370 (fig. 2.87) ș.a.

Pentru antrenare se folosesc în general motoare de curent alternativ, dar în ultimii ani se recurge tot mai mult la servomotoarele de curent continuu.

**Antrenarea cu motor c.a.** Motoarele sînt monofazate, sincrone, de puteri fracționare. Astfel în unitățile cu pachet amovibil se utilizează motoare cu inducție cu condensator și înfășurare de pornire, cu o putere de cca 0,5 CP; la discurile flexibile — motoare cu reluctanța variabilă, cu condensator de pornire cu puteri de cca 10 W. Discurile montate și broșa îndeplinesc și rolul de volant. Viteza de rotație se menține constantă în general, în limitele  $\pm 2\%$ . Scăderea vitezei, sub o anumită li-



mită ( $\approx 70\%$ ) este sesizată datorită impulsurilor index într-un mod asemănător celui descris în continuare la antrenarea cu motor c.c. servo-comandat.

Pentru oprirea broșei într-un timp cât mai scurt (problema se pune în special la unitățile cu pachet amovibil, care au un moment de inerție

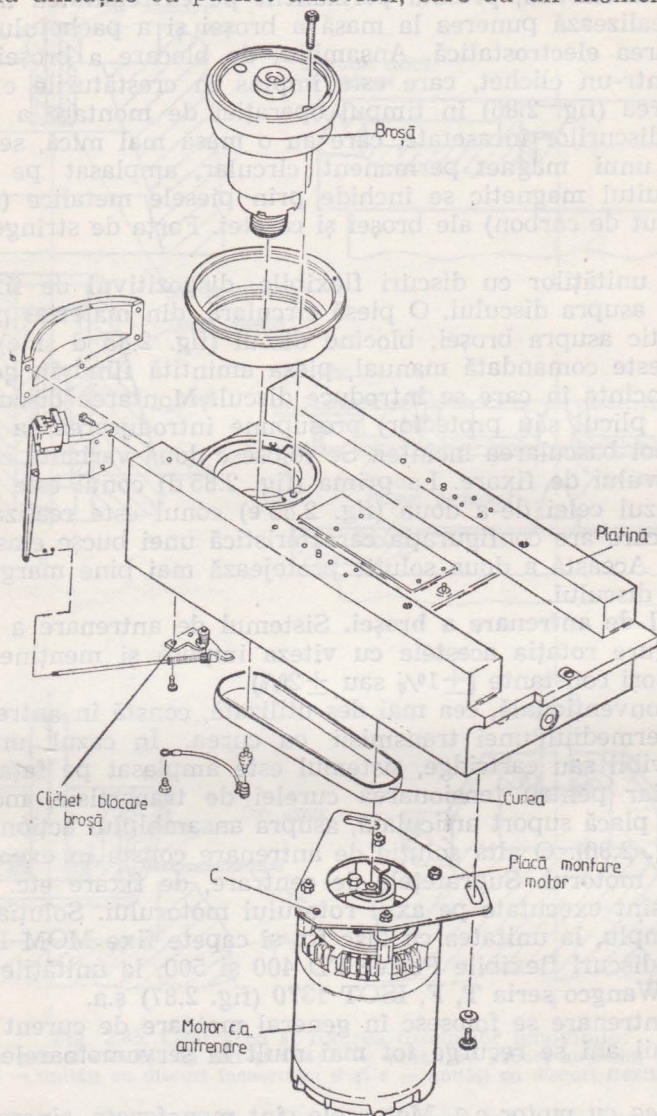


Fig. 2.86. Broșa și sistemul de antrenare cu motor c.a. la o unitate cu pachet amovibil tip m 3330 (Memorex 3670).

mare) se utilizează, fie frînarea prin contracurent a motorului, fie frâne cuplate cu axul broșei. Tipurile de frâne folosite evită contactul, frecarea mecanică între piesa mobilă și cea fixă: frâne cu histerzis sau frâne electromagnetice cu disc (cu curenți induși de suprafață).



Antrenarea cu servomotor c.c. este întâlnită la o serie de unități cu disc încasat, cu disc fix și cu disc flexibil. Motorul de curent continuu este în general de tipul cu rotor metallic bobinat.

Sistemul de servocomandă a motorului permite realizarea unei turații constante în limite mai strânse și elimină dependența de variațiile frec-

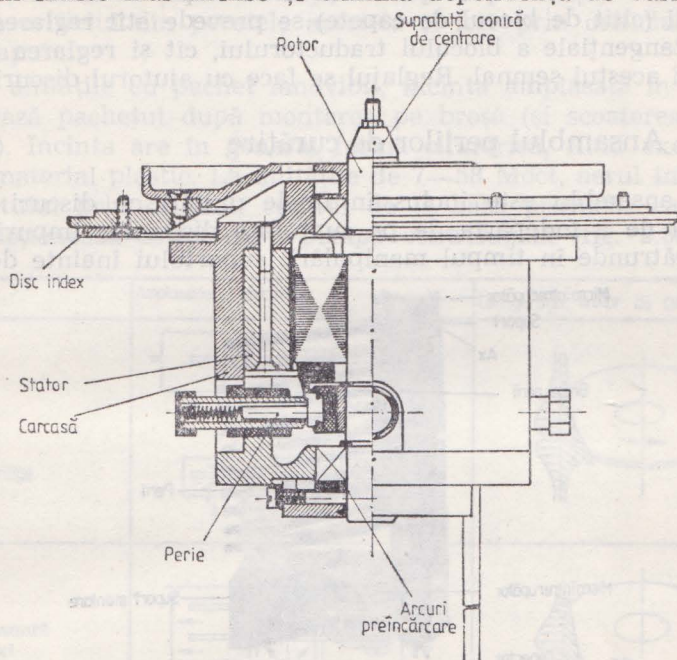


Fig. 2.87. Broșa integrată cu motor c.c. la o unitate de discuri încasate (ISOT 1370).

venței tensiunii de rețea. Se utilizează, de obicei sisteme de reglare bi-pozițională. Semnalul al cărui nivel indică viteza (nominală, mai mare sau mai mică) se obține prin compararea impulsurilor index cu impulsuri de frecvență constantă. Se utilizează impulsurile index și nu cele sector pentru ca sistemul să nu fie afectat de diferitele sectorizări ale discului.

### 2.6.2. Traductoare de viteză unghiulară și de index

Traductorul furnizează atât impulsul index — care desemnează începutul fizic al înregistrării pe pistă și care este utilizat și pentru verificarea vitezei de rotație sau reglarea ei — cât și impulsurile sector — în cazul sectorizării hard a informației. Traductorul sesizează, de fapt, anumite semne executate pe suport: creștături la periferia discului inferior — la pachetele de discuri de masă, creștături în piesa centrală (adaptorul) — la discurile cartridge, sau găuri în disc — la discurile flexibile.

Se folosesc două tipuri de asemenea traductoare: magnetic (cu reluctanța variabilă) și fotoelectric. Funcționarea traductorului magnetic se



bazează pe schimbarea reluctanței circuitului magnetic format dintr-un magnet permanent (metalic) și un miez de fier bobinat atunci cînd printr-acestea trece marginea cu creștături a suportului. Traductorul fotoelectric utilizează de obicei un LED și un fototranzistor.

Pentru a se realiza corespondența între impulsul index și începutul înregistrării (citit de blocul de capete) se prevede atît reglarea mecanică a poziției tangențiale a blocului traductorului, cît și reglarea electronică a întârzierii acestui semnal. Reglajul se face cu ajutorul discurilor etalon.

### 2.6.3. Ansamblul periilor de curățire

Acest ansamblu este inclus în unele unități cu discuri amovibile, avînd rolul de a îndepărta de pe suprafața discurilor impuritățile care au putut pătrunde în timpul manipulării suportului înainte de montare.

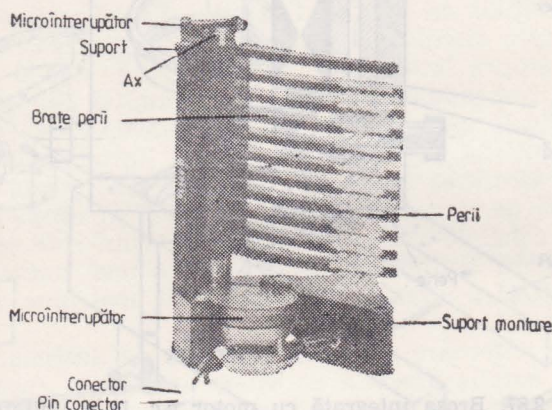


Fig. 2.88. Ansamblul periilor de curățire (unitate BASF 6114).

Curățirea se efectuează cu ajutorul unor perii corespunzînd fiecărei fețe de înregistrare. Mișcarea perilor se face pe un arc de cerc.

Brațul care conține perii este antrenat de un micromotor sincron cu reductor înglobat, cu turația de ieșire de 3—10 rpm. Motorul poate fi cuplat direct (fig. 2.88) sau prin intermediul unui mecanism patrulater. La o rotație a pîrghiei manivelă fixată pe axul motorului corespunde rotirea cu cca 60° a balansierului care antrenează brațul cu perii.

Operația de curățire este comandată înaintea primului acces.

### 2.6.4. Amplasarea discurilor în incintă și circuitul aerului

Spațiul din jurul suportului montat pe broșă este delimitat de o incintă în interiorul căreia se realizează un circuit al aerului separat de restul unității. Este astfel posibilă filtrarea corespunzătoare a aerului care ajunge la suprafața discurilor, filtrare deosebit de importantă dat fiind condițiile impuse de interfața mecanică cap-disc. Această incintă este realizată într-una din următoarele forme:



— La unitățile cu discuri fixe incinta este constituită din capacul fixat permanent pe platină. Spațiul este etanș, schimbul de aer cu exteriorul efectuându-se prin filtre foarte puternice.

— La unitățile cu discuri cartridge, incinta este formată din caseta în care se află discul (inclusiv după montarea pe broșă). Aerul intră în casetă prin orificiul din peretele acesteia și iese prin orificiul de introducere a capului.

— La unitățile cu pachet amovibil, incinta amplasată în jurul broșei protejează pachetul după montarea pe broșă (și scoaterea capacului pachetului). Incinta are în general formă cilindrică, fiind executată din tablă sau material plastic. La unitățile de 7—58 Mact, aerul intră în centrul pachetului prin orificiul central de la bază prevăzut cu un filtru. Pachetul acționează astfel ca o pompă centrifugală (fig. 2.89) aspirând

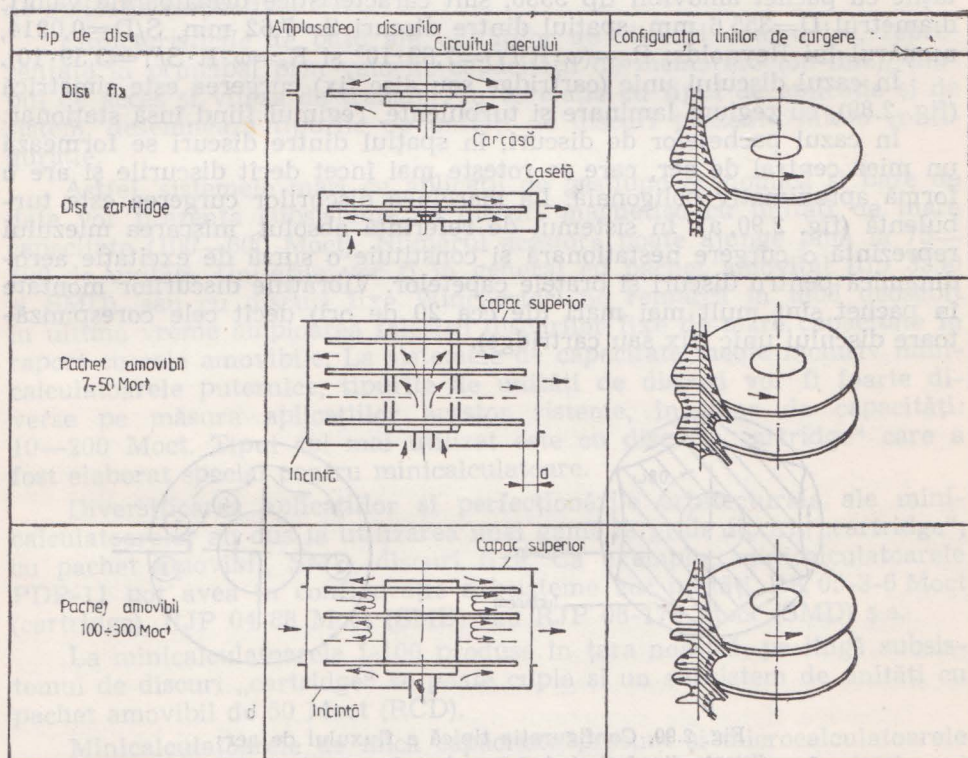


Fig. 2.89. Amplasarea discurilor în incintă și circuitul aerului.

prin centru și aruncând aerul printre discuri (în acest scop inelele distanțiere dintre discuri sunt realizate cu creștături). Aerul părăsește incinta prin decuparea pentru accesul capetelor. La unitățile de 100—300 Mact, datorită formei broșei, s-a renunțat la aspirarea prin centru. Aerul este introdus în incintă printr-un orificiu situat alături de decuparea pentru capete. Pe conducta care aduce aerul de la pompă în incintă este



situat un filtru suplimentar foarte puternic (în general reține 99,97% din particulele mai mari de  $0,3 \mu$ ).

Configurația pachetului și a incintei au de asemenea un rol important în stabilirea caracteristicilor aerodinamice ale ansamblului. Caracteristicile fluxului de aer între discuri influențează funcționarea unității prin:

— efecte mecanice — ungerea nestaționară și variațiile de presiune constituie surse de excitație a vibrațiilor discurilor și ale brațului capului;

— efecte termodinamice — o curgere neuniformă a aerului între discuri conduce la un transfer neuniform al căldurii generate de frecare și deci la dilatări diferite ale discurilor.

Discurile magnetice se încadrează în două configurații tipice din aerodinamica discurilor: disc unic și discuri multiple fixate central. O particularitate constă în distanța mică între discuri. De exemplu, la unitățile cu pachet amovibil tip 3330, sînt caracteristice următoarele valori: diametrul  $D=355,6 \text{ mm}$ , spațiul dintre discuri  $S=7,62 \text{ mm}$ ,  $S/D=0,0214$ , numărul lui Reynolds;  $R_d=(\omega \cdot R^2/\gamma)=7,89 \cdot 10^5$  și  $R_s=\omega \cdot R \cdot S/\gamma=3,39 \cdot 10^4$ .

În cazul discului unic (cartridge sau disc fix) curgerea este simetrică (fig. 2.89), cu regiuni laminare și turbulente, regimul fiind însă staționar.

În cazul pachetelor de discuri, în spațiul dintre discuri se formează un miez central de aer, care se rotește mai încet decît discurile și are o formă aproximativ poligonală. La marginea discurilor curgerea este turbulentă (fig. 2.90, a). În sistemul de referință absolut, mișcarea miezului reprezintă o curgere nestaționară și constituie o sursă de excitație aerodinamică pentru discuri și brațele capetelor. Vibrațiile discurilor montate în pachet sînt mult mai mari (de cca 20 de ori) decît cele corespunzătoare discului unic (fix sau cartridge).

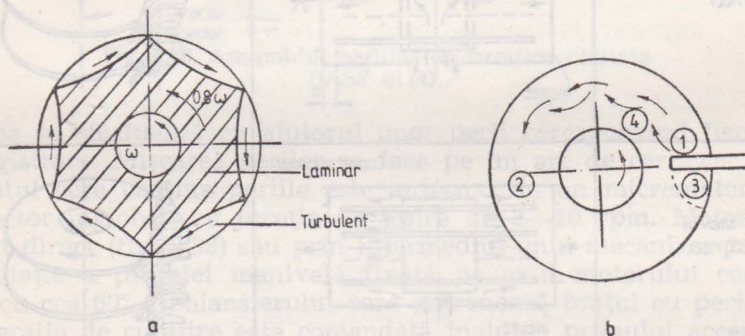


Fig. 2.90. Configurația tipică a fluxului de aer:

a — distanța disc incintă  $d=8 \text{ mm}$ ; b — în prezența brațului capului (după [30]).

Introducerea brațului schimbă configurația fluxului de aer (fig. 2.90 b). Când brațul este încă depărtat de centru, miezul central își pierde forma poligonală. În spatele brațului se formează regiuni de curgere turbulentă (1 și 4). Vîrtejul care apare în fața brațului (3) constituie o sursă puternică de vibrații pentru braț. O dată cu mișcarea radială spre centru a brațului, vîrtejul și miezul central tind să dispară. S-a arătat experimental [30] că, în cazul unui braț amplasat în centru și a unei dis-



tanțe disc-incintă foarte mică (1 mm), curgerea redevine staționară și amplitudinea vibrațiilor discurilor scade de aproximativ 12 ori.

În alegerea configurației pachet-incintă se ține cont de mișcarea radială de acces a capului, distanța discuri-incintă fiind, în general de 8—10 mm.

## C. EXPLOATAREA UNITĂȚILOR DE DISCURI

### 2.7. Incadrarea unităților de discuri în configurație

Se poate spune că unitățile de discuri magnetice sînt un component nelipsit în arhitectura oricărui sistem de calcul. Bineînțeles tipul de unitate și capacitatea totală într-o configurație depind de fiecare sistem și de aplicația respectivă.

*Caracteristicile de bază* ale unităților de discuri magnetice, reprezentate în principal prin valorile capacității de memorare (on-line), timpul de acces și viteza de transfer, în corelație cu tipul de aplicație și de sistem, desemnează tipurile de unități de discuri prezente într-o configurație.

Astfel, sistemele mari cu aplicații de gestiune economică și baze de date vor prezenta subsisteme de discuri magnetice cu unități de mare capacitate (100—600 Moct). Numărul acestora poate ajunge pînă la 75—100 de unități. Unitățile vor fi în general cu pachet amovibil (tip 3330 și SMD), sau cu discuri fixe Winchester. Se remarcă în mod deosebit în ultima vreme amploarea folosirii discurilor fixe de mare capacitate în raport cu cele amovibile. La sistemele de capacitate medie inclusiv minicalculatoarele puternice, tipurile de unități de discuri vor fi foarte diverse pe măsura aplicațiilor acestor sisteme, în gama de capacități: 10—200 Moct. Tipul cel mai utilizat este cu discuri „cartridge” care a fost elaborat special pentru minicalculatoare.

Diversificarea aplicațiilor și perfecționările arhitecturale ale minicalculatoarelor au dus la utilizarea unei game largi de tipuri: „cartridge”, cu pachet amovibil, SMD, discuri fixe. Ca exemplu, minicalculatoarele PDP-11 pot avea în configurație subsisteme cu: unități RK 05-3-6 Moct (cartridge), RJP 04-88 Moct (SMD) sau RJP 06-176 Moct (SMD) ș.a.

La minicalculatoarele I-100 produse în țara noastră, pe lângă subsistemul de discuri „cartridge” se poate cupla și un subsistem de unități cu pachet amovibil de 50 Moct (RCD).

Minicalculatoarele de mică capacitate precum și microcalculatoarele și terminalele specializate prezintă unități de discuri cu capacități mai mici de 20 Moct, în general tipurile „floppy” sau minidiscuri fixe Winchester.

Pentru abordarea unor aplicații sau dezvoltarea celor existente se remarcă la posesorii de sisteme de calcul tendința de a-și mări capacitatea de memorare pe discuri prin adăugarea de unități sau subsisteme de discuri magnetice. Integrarea acestora în sistem este posibilă pentru acele echipamente cu *caracteristici de interfață* corespunzătoare.



Un subsistem de discuri magnetice conține în cazul general un ansamblu de unități de discuri și un ansamblu de unități de legătură („controllere”). Subsistemul de discuri magnetice poate fi conectat mono sau multicanal („channel switch”) în regim mono sau multiprocesor.

În cadrul unui subsistem pot exista una singură sau mai multe căi simultane de transfer de date de la unitățile de discuri către unitatea sau unitățile de legătură („string switch”).

Se remarcă existența unor producători de subsisteme și unități de discuri magnetice compatibile ca interfață cu sistemele producătorilor importanți (în special IBM). Adesea compatibilitatea este chiar la nivel de conector („plug-compatibility”). În aceste condiții alegerea unui echipament cu discuri magnetice din ofertele existente în cazul înlocuirii sau extinderii unei configurații necesită parcurgerea unor activități de analiză cu caracter tehnico-economic care au fost subliniate în cap. 1.

După stabilirea tipului de unitate indicat din punct de vedere al caracteristicilor de bază și performanțelor dintre variantele de același tip se alege echipamentul care oferă cele mai scăzute cheltuieli (cost echipament, cheltuieli service, cheltuieli instalare) satisfăcând necesitățile utilizatorului în ceea ce privește siguranța în funcționare și mentenabilitatea.

Dintre *caracteristicile de suprafață* ale unităților de discuri magnetice care se iau în considerare la alegerea unui echipament cea mai importantă este interschimbabilitatea suportului în cazul discurilor amovibile. Problemele de incompatibilitate pot apărea datorită unor deosebiri în parametrii ce caracterizează procesul de scriere-citire. În unele cazuri, pentru compatibilizare este necesară reajustarea valorii curentului de scriere. Alinierea capetelor se realizează de către personalul de service folosind un pachet etalon.

## 2.8. Caracteristicile suportului în exploatare

Particularitățile în exploatare ale suportului disc magnetic sînt determinate în principal de parametrii mecanici și magnetici care impun anumite condiții de temperatură și umiditate și de distanță mică de separare cap-disc care impune măsuri de protecție împotriva particulelor străine.

Ideal, discurile trebuie să fie stocate în încăperi cu temperatura de 15—32°C și 8—80% umiditate, nu direct expuse luminii solare sau în apropierea cîmpurilor magnetice puternice.

Defectele tipice ale suportului disc magnetic constau în contaminarea suprafeței discului cu particule de praf, grăsimi sau alte particule din mediul ambiant. Datorită distanței foarte mici de separare cap-disc (valorile uzuale mai mici de 3  $\mu$ ) prezența particulelor străine pe suprafața discului în timpul funcționării duce la coliziuni cap-disc și deci la deteriorarea suportului și de multe ori și a capetelor. De aici, necesitatea filtrării aerului introdus în incinta unității de discuri.

Din acest punct de vedere, unitățile cu discuri fixe sînt foarte avantajoase datorită faptului că unitatea se păstrează etanșă în timpul funcționării și probabilitatea pătrunderii de particule străine este foarte mică.



Dintre suporturile amovibile, pachetul „data-module“ prezintă un grad ridicat de siguranță față de contaminarea suprafețelor discurilor.

O altă cauză care poate duce la coliziuni cap-disc o constituie deviațiile de la planitate ale suprafețelor discurilor. Controlul și remedierea defectelor suporturilor disc-magnetic se fac în cadrul operațiilor de întreținere.

Întreținerea unei „biblioteci“ de suporturi de tip disc-magnetic implică conceperea unui program de activități periodice cuprinzând operații de: curățire, verificări, înlocuiri de suport, copii de suport și altele.

Întreținerea preventivă constă în curățirea periodică a suprafețelor discurilor cu alcool izopropilic 91% și inspectarea filtrelor proprii pachetelor (dacă acestea sînt prevăzute).

Există echipamente special concepute pentru întreținerea discurilor magnetice. Acestea sînt în general de două tipuri: curățitoare de discuri și verificatoare și curățitoare de discuri, care permit verificarea stării de curățire a suprafețelor și a parametrilor dimensionali. Aceste echipamente sînt concepute pentru fiecare tip de suport. În scopul prelungirii duratei de viață chiar după apariția unor defecte permanente, majoritatea subsistemelor de discuri permit înlocuirea unui număr limitat de piste defecte cu piste de rezervă special prevăzute.

Recondiționarea pachetelor de discuri necesită operații de mare precizie mecanică precum și reechilibrarea dinamică a pachetelor.

**Aspecte privind standardizarea.** Majoritatea tipurilor de unități cu discuri amovibile sînt standardizate. Standardizarea se referă, în special, la elementele care asigură interschimbabilitatea: caracteristicile dimensionale ale suportului, elementele de centrare și fixare ale acestuia pe unitate, configurația geometrică a înregistrării (diametrele pistelor, lățimea lor), densitățile de înregistrare, viteza de rotație a discurilor etc. Astfel există standarde internaționale (ISO, CAER) pentru pachetele amovibile, pentru discurile încasetate (cartridge) pentru discurile flexibile (floppy) etc.

În general, după lansarea de către firma IBM a unor noi tipuri de unități și suporturi amovibile, majoritatea producătorilor se aliniază la parametrii acestora care devin astfel standarde „de facto“ ale industriei.

În ceea ce privește unitățile cu discuri fixe, deși acestea nu sînt standardizate, se observă, totuși, respectarea unor parametri de către majoritatea producătorilor (densități, viteze de rotație, diametru disc, etc.).

## 2.9. Fiabilitatea și mentenabilitatea

Fiabilitatea și mentenabilitatea unităților de discuri este definită de o serie de parametri cum ar fi: MTBF, MTTR, rata erorilor.

*Rata erorilor* exprimă frecvența erorilor de scriere/citire sau de poziționare. Este determinată de parametrii interfeței cap-disc (stabilitatea distanței cap-disc, calitatea depunerii stratului magnetic pe disc), ai dispozitivului de poziționare (precizia), ai dispozitivului de antrenare a broșei (menținerea constantă a vitezei de rotație) și ai sistemului de ventilare, filtrare și de curățire a discurilor. Cele mai frecvente erori de scri-



ere/citire sînt datorate neuniformităților în stratul magnetic al discurilor, variațiilor înălțimii de plutire a capetelor.

Se definesc două tipuri de erori:

— *Erori corectabile* (erori „software“), care se corectează ca urmare a reluării operației de scriere de mai multe ori (de obicei de 3 ori). La unitățile cu discuri rigide și capete plutitoare rata erorilor software are în general valoarea  $\sim 10^{-10}$  (o eroare la  $10^{10}$  biți), iar la unitățile mai puțin performate, cum sînt cele cu discuri flexibile, valoarea  $\sim 10^{-9}$ .

— *Erori necorectabile* (erori „hardware“), care persistă și după un număr stabilit de reluări (de exemplu 27 la unitățile SMD-CDC sau 19 la unitățile Calcomp). Acestea au valori de ordinul  $10^{-12}$ .

*MTBF* —  *timpul mediu de funcționare între defecțiuni*, este parametrul cel mai curent utilizat pentru a indica fiabilitatea unităților. Valoarea sa este determinată în special de funcționarea subansamblelor mecanice și electromecanice, care sînt răspunzătoare pentru cea mai mare parte a penelor și pentru întreținerea și depănarea cărora se consumă o importantă cantitate de timp. Se remarcă și în acest caz sistemul de poziționare, interfața cap-disc și broșa.

Valorile MTBF variază în prezent între 3 000 de ore și 10 000 ore, în funcție mai ales de tipul de unitate.

Pentru mărirea MTBF se iau unele măsuri convenționale cum sînt cele pentru prevenirea uzurilor mecanice (rulmenți capsulați prelubrificali, materiale rezistente la uzură etc.) sau pentru protecția împotriva supraîncălzirilor. Totodată, se recurge la soluții specifice pentru o serie de elemente și subansamble ale unității: proiectarea lagărului aerodinamic cap-disc, dispozitive de poziționare cu un număr cît mai mic de piese în mișcare și cu o comportare dinamică bună, etanșarea și ventilarea forțată a incintei discurilor sau a întregii unități, ajustarea automată a parametrilor în unitățile cu microprocesor etc.

*MTTR* —  *timpul mediu consumat pentru o depănare*, depinde atît de accesul la diferite subansamble și modul de montare demontare, cît și de numărul și modalitățile de execuție a reglajelor mecanice (în special alinierea capetelor) și electrice (sistemul de servocomandă, lanțul de scriere-citire etc.). De o importanță deosebită sînt însă mijloacele de diagnosticare, procedurile de localizare a defectelor și posibilitățile de testare off-line. În această privință un progres însemnat s-a realizat la unele unități recente dotate cu diagnosticare automată. La majoritatea unităților de discuri elaborate în prezent se indică o valoare a MTTR de 0,5 ore.

Datorită îmbunătățirilor constructive și tehnologice (prin soluții de genul celor amintite mai sus) parametrii de fiabilitate au evoluat considerabil. De exemplu, la unitățile cu pachet amovibil, MTBF a crescut în decurs de 10 ani de la 2 000—2 500 ore la 4 000—5 000 ore. De asemenea, dacă imediat după apariția lor, unitățile cu discuri flexibile aveau un MTBF de 1 500—2 500 ore, în prezent se indică valori între 4 000 și 6 000 de ore. La conceperea unor noi tipuri de unități, mărirea fiabilității a constituit un obiectiv prioritar. Astfel, unitățile cu disc fix și capete Winchester se caracterizează prin parametri superiori: MTBF între 6 000 și 10 000 de ore și rata a erorilor „hardware“ de  $10^{-13}$ . Trebuie



remarcat că fiabilitatea cea mai ridicată este realizată și în prezent de unitățile cu discuri și capete fixe (MTBF peste 10 000 ore la unitățile recente).

## 2.10. Tendințe

Se prevede că în deceniul următor și mai ales în perioada 1981—1985, producția de unități de discuri magnetice va constitui unul din domeniile cele mai dinamice ale industriei echipamentelor de tehnică de calcul. Se prezintă în continuare coordonatele principale ale acestei evoluții:

**Performanțe/tehnologii specifice.** Dezvoltarea în viitor a discurilor magnetice se va sprijini în primul rând pe creșterea densităților de înregistrare permise de perfecționările interfeței cap-disc și ale dispozitivului de poziționare. Progresele tehnologice au infirmat previziunile care se făceau cu un deceniu în urmă privind limitarea creșterii densităților la cca.  $5 \cdot 10^6$  biți/in<sup>2</sup>. Nivelul atins deja în 1980 este de  $7,7 \cdot 10^6$  biți/in<sup>2</sup> (IBM 3370 și 3380) și se așteaptă în perioada imediat următoare noi creșteri serioase ale performanțelor (fig. 2.91, 2.92, 2.93).

Discurile rigide vor asigura în continuare domeniul performanțelor înalte prevăzându-se pentru 1985 capacități pe broșă de peste 5 000 Moct.

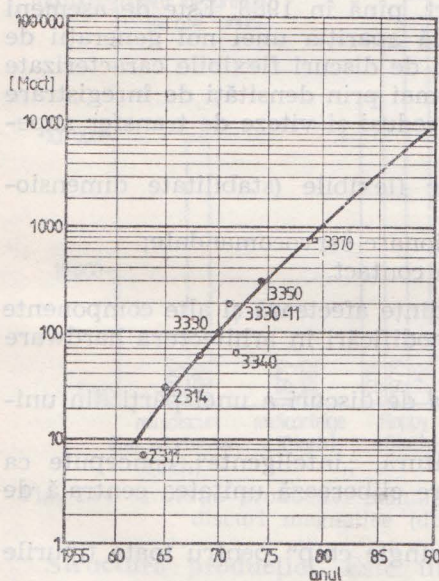


Fig. 2.91. Evoluția capacității pe broșă.

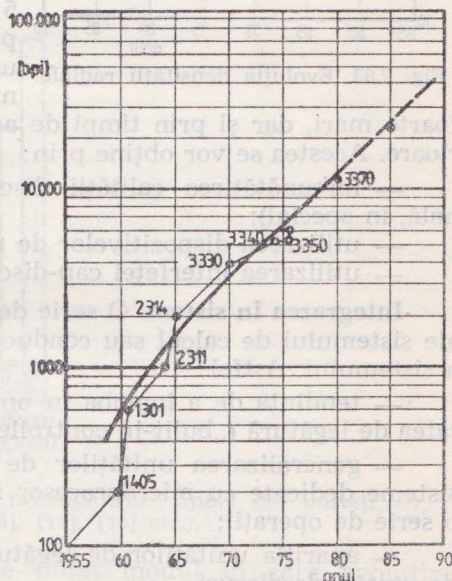


Fig. 2.92. Evoluția densității liniare.

densități de 30 000 bpi și 3 000 tpi și viteze de transfer de 50 Mbit/s ([9], [10], [15], etc). Atingerea acestor nivele va fi posibilă prin:

— Extinderea interferenței cap-disc de tip Winchester care are încă rezerve de creștere a densităților și renunțarea la tehnologiile 2 314/3 330 /SMD.



— Combinarea tehnologiei Winchester cu tehnologia peliculelor subțiri al cărui potențial este verificat experimental (peste 100 000 schimbări de flux/inch). Se așteaptă ca, pînă în 1985, tehnologia Winchester cu pelicule subțiri să se generalizeze.

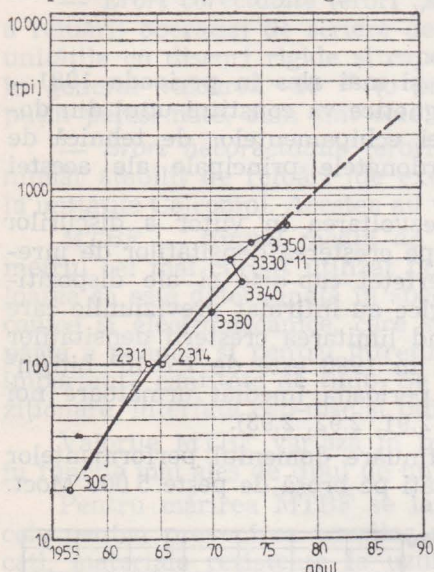


Fig. 2.93. Evoluția densității radiale.

foarte mari, dar și prin timpi de acces reduși și viteze de transfer superioare. Acestea se vor obține prin:

- îmbunătățirea calității discurilor flexibile (stabilitate dimensională, în special);
- utilizarea dispozitivelor de poziționare servocomandate;
- utilizarea interfeței cap-disc fără contact.

**Integrarea în sistem.** O serie de tendințe afectează și alte componente ale sistemului de calcul sau conduc la modificări în arhitectura hardware a sistemului. Astfel:

- tendința de a îngloba în unitatea de discuri a unei părți din unitatea de legătură („built-in controller”);
- generalizarea unităților de legătură, „inteligente” concepute ca sisteme dedicate cu microprocesor și care eliberează unitatea centrală de o serie de operații;
- apariția unităților de legătură „single chip” pentru toate tipurile de unități de discuri.

Cea mai importantă dintre aceste schimbări este însă legată de extinderea utilizării discurilor fixe explicabilă nu numai prin avantajele acestora (performanțe/cost) dar și prin necesitatea unor modalități mai eficiente de asigurare a funcției de intrare-ieșire a maselor mari de date. Aceasta implică în primul rînd elaborarea unor noi tipuri de unități cu suport amovibil pentru salvarea-restaurarea („back-up”) discurilor fixe. Este posibil ca în acest sens să se impună benzile „streaming”

— Elaborarea unor noi metode de apropiere a informației servo de piste de date în paralel cu extinderea metodelor amintite în cap. 2.5.4. (ISTF, etc.).

— Generalizarea utilizării discurilor fixe în incinte etanșe (caracteristice și tehnologiei Winchester) pentru asigurarea unei fiabilități sporite la densități mari de înregistrare și renunțare la amovibilitatea discurilor.

În ceea ce privește discurile flexibile se prevede, pentru următorii cîțiva ani (cel mult pînă în 1985) dezvoltarea tehnologiei floppy actuale păstrîndu-se conceptul de echipament de cost redus. De exemplu, se așteaptă generalizarea densității radiale duble în 1982 iar unele prognoze indică atingerea capacității de 5 Moct. pînă în 1983. Este de asemeni posibilă apariția unei noi generații de unități de discuri flexibile caracterizate nu numai prin densități de înregistrare



(role și cartușe). Se va generaliza de asemenea utilizarea unei unități de legătură comune pentru unitățile de discuri și cele de bandă „back-up”. Subsistemele disc și cele de bandă „back-up”. Subsistemele disc și bandă vor fi înlocuite astfel de un singur subsistem memorie externă în care cele două tipuri de unități vor avea funcții specifice.

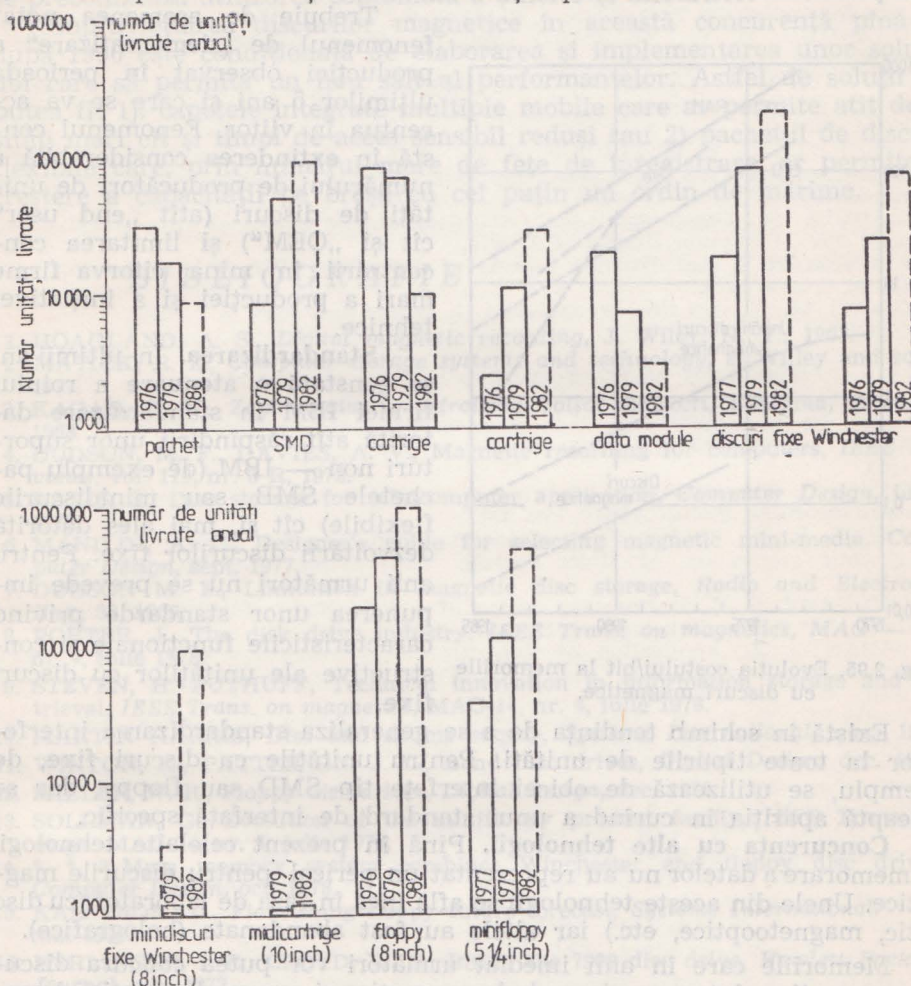


Fig. 2.94 Evoluția producției mondiale a principalelor tipuri de unități cu discuri magnetice (după [8], [13], [15] etc.).

**Structura producției.** Este util de notat modul în care evoluția tehnologică se va reflecta în dinamica producției diferitelor tipuri de unități (fig. 2.94).

Unitățile în tehnologie 2314 și 3330 (cu pachet amovibil și „cartridge” precum și cele cu „data module” vor prezenta în continuare scăderi puternice ale producției în timp ce unitățile în tehnologie SMD vor înregistra o stagnare în următorii 2—3 ani. În schimb va crește continuu producția unităților Winchester de toate tipurile și a unită-



ților floppy. Se remarcă îndeosebi dezvoltarea puternică a unităților mini Winchester (de la 53 000 buc. în 1979 la aproape 500 000 buc. în 1983). De asemenea, în 1980—1981 au apărut noi tipuri de unități Winchester cu discuri de 8 inch fixe și amovibile (CDC și MEMOREX) care s-ar putea extinde în perioada următoare.

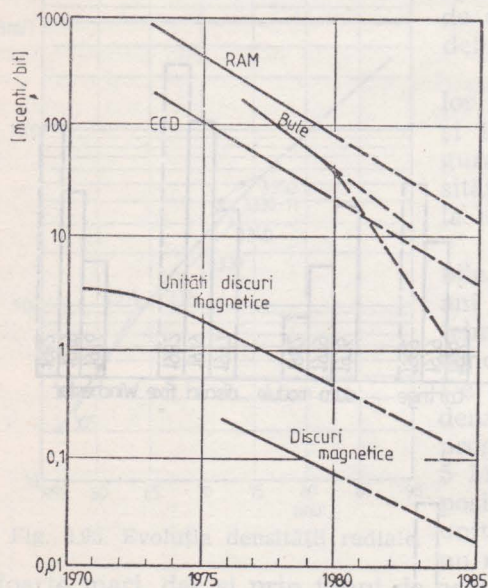


Fig. 2.95. Evoluția costului/bit la memoriile cu discuri magnetice.

Există în schimb tendința de a se generaliza standardizarea interfețelor la toate tipurile de unități. Pentru unitățile cu discuri fixe, de exemplu, se utilizează de obicei interfețe tip SMD sau floppy, dar se așteaptă apariția în curând a unui standard de interfață specific.

**Concurența cu alte tehnologii.** Până în prezent celelalte tehnologii de memorare a datelor nu au reprezentat un pericol pentru discurile magnetice. Unele din aceste tehnologii se află încă în faza de laborator (cu disc optic, magnetooptice, etc.) iar altele au fost abandonate (holografice).

Memoriile care în anii imediat următori vor putea concura discurile magnetice sînt memoria cu bule magnetice și cea cu disc optic. Avantajul discurilor magnetice față de aceste tehnologii constă în principal în costul/bit redus (de cca.  $10^3$  ori mai mic decît al bulelor magnetice, de exemplu). Creșterea capacităților discurilor magnetice va conduce la scăderea în continuare a costului estimîndu-se că în 1985 costul/bit on-line va ajunge sub 0,1 mcenti iar costul/bit off-line va ajunge la 0,001 mcenti. În același timp se prevede însă și o creștere a capacității memoriilor cu bule (4 Mbiți în 1982) și o scădere a costului/bit în ritm rapid, asemănător celui înregistrat la memoriile cu semiconductori.

În aceste condiții este posibil ca în 1985 memoriile cu bule să concureze unitățile cu discuri cu cost/bit mare (floppy și cu capete fixe). De-

Trebuie de asemenea notat fenomenul de „democratizare” a producției observat în perioada ultimilor 5 ani și care se va accentua în viitor. Fenomenul constă în extinderea considerabilă a numărului de producători de unități de discuri (atît „end user” cît și „OEM”) și limitarea concentrării în mîna cîtorva firme mari a producției și a inițiativei tehnice.

**Standardizarea.** În ultimii ani se constată o atenuare a rolului firmei IBM în standardizare datorită atît răspîndirii unor suporturi non — IBM (de exemplu pachetele SMB sau minidiscurile flexibile) cît și, mai ales datorită dezvoltării discurilor fixe. Pentru anii următori nu se prevede impunerea unor standarde privind caracteristicile funcționale și constructive ale unităților cu discuri fixe.



sigur elementul decisiv va fi ritmul de scădere a costului la cele două tehnologii. Trebuie de asemeni precizat că pentru început bulele magnetice vor fi destinate mai ales unor domenii de aplicații complementare discurilor (de exemplu, utilizarea în condiții de mediu mai severe) și că se preconizează utilizarea combinată a bulelor și discurilor.

Supraviețuirea discurilor magnetice în această concurență până și după 1990 este condiționată de elaborarea și implementarea unor soluții noi care să permită un nou salt al performanțelor. Astfel de soluții ar putea fi: 1). capetele integrate multiple mobile care ar permite atît densități mari cît și timpi de acces sensibil reduși sau 2) pachetul de discuri flexibile care, prin numărul mare de fețe de înregistrare, ar permite o creștere a capacității pe broșă cu cel puțin un ordin de mărime.

## BIBLIOGRAFIE

1. HOAGLAND, A. S., *Digital magnetic recording*, J. Wiley, N. Y., 1963.
2. MATICK, R. E., *Computer storage systems and technology*, J. Willey and sons, 1977.
3. KAGAN, B. N., *Zapominaiuşcie ustroistva bolşoi iomcosti*, Energhia, Moscova, 1968.
4. DUDSON, M. F., DAVIES, A. V., *Magnetic recording for computers*, *IEEE Reviews*, vol. 119, nr. 8 R, 1972.
5. DAVIS, S., *Disc storage for minicomputer application*, *Computer Design*, iunie 1973.
6. MANILDI, A. C., *Designer's guide for selecting magnetic mini-media*, *Computer Design*, sept. 1977.
7. DUDSON M. F., *Limitation in magnetic disc storage*, *Radio and Electronic Eng.*, 38, 1969.
8. PORTER, J., *The disk drive industry*, *IEEE Trans. on magnetics*, MAG — 14, nr. 4, iulie 1978.
9. STEVEN, H. PUTHUFF, *Technical innovation in information storage and retrieval*, *IEEE Trans. on magnetics*, MAG-14, nr. 4, iulie 1978.
10. MARTIN HARRIS, *Disc and drums survey*, *Systems International*, mar. 1979.
11. WINTON, K., PATTERSON, J. L., *Band disc drives*, *Digital Design*, dec. 1978.
12. MILLER, W. R., *Floppy disc drives*, *Digital Design*, dec. 1978.
13. SOLLMAN, G., *Evolution of the minifloppy product family*, *IEEE Trans. on magn.* MAG-14, nr. 4, iulie 1978.
14. \* \* \* *Mass memory system combines Winchester and floppy disc drives*, *Computer Design*, oct. 1978.
15. KALSTROM, D., *Flourishing floppy future forecast*, *Systems International*, mai 1979.
16. HERLINGER, I. E., LLOYD, W. S., *Inside the 7900 disc drive*, *Hewlett Packard Journal*, mai 1972.
17. STICKEL, H. P., *New 50 Megabyte disc drive*, *Hewlett Packard Journal*, aug. 1977.
18. KARLQUIST, O., *Calculation of the magnetic field in the ferromagnetic layer of a magnetic drum*, *Trans. Royal Inst. Tehn. (Stockholm)*, No. 86, 1954.
19. BATE, G., ALSTAD, J. K., *A critical review of magnetic recording materials*, *IEEE Trans. on Magn.* No. 4, 1969.
20. BATE, G., *A survey of recent advances in magnetic recording materials*, *IEEE Trans. on Magn.* No. 4, 1978.
21. COMSTOCK, R. L., MOORE, E. B., *Ferrite-film, recording surfaces for disk Recording*, *IBM J. Res. Dev.*, Nov. 1974.
22. CHANG, T. P., PEREZ, S. H., *An analysis of tilted magnetic transitions in magnetic recording*, *IEEE Trans. on Magn.* July, 1978.



23. WALLACE, R. J., Reproduction of magnetically recorded signals, *Bell Syst. Tech. J.*, No. 30, oct. 1951.
24. POTTER, R. I., SCHMULIAN, R., Self consistently computed magnetization Patterns in Thin Magnetic Recording Media, *IEEE Trans. on Magn.*, No. 4, 1971.
25. POTTER, R. I., Analysis of saturation magnetic recording based on arctangent Magnetisation Transitions, *J. of Applied Physics*, 1970.
26. CHAPMAN, D. W., Theoretical limit on digital magnetic recording, *Proc. IEEE* (1962).
27. SZCZECZ, T. J., WOLLACK, E. F., RICHARDS, D. B., A Technique for measuring pole tip saturation of low inductance heads, *IEEE Trans. on Magn.*, No. 4, 1978.
28. SPELIOTIS, D. E., MORRISON, J. R., JUDGE, J. S., A correlation between magnetic properties and recording behaviour in metallic chemically deposited Surfaces", *IEEE Trans. on Magn.*, Dec. 1965.
29. MANGEL, M., Design/application considerations of sealed vs non sealed fixed head discs. *Computer Design*. sept. 1978.
30. LEUNEMAN E. Aerodynamic aspects of disk files. *IBM J. Res. Develop.* vol. 18, no. 6, nov. 1974.
31. GROSS, W. A., *Gas film lubrication*, J. Willey and sons, N.Y. 1962.
32. GROSS W. A. BRUNNER, L. A. ș.a., A gas film lubrication study, *IBM J. Res-Develop.* 3, 1959.
33. CONSTANTINESCU, V. M., *Aplicații industriale ale lagărelor cu aer*. Ed. Acad. R.S.R. Buc. 1968.
34. STUIVER, W., McDUFFIE, R. S., Analysis and numerical calculation of the dynamic behavior of plane pivoted slider bearing, *IBM J. Res. Develop.* oct. 1963.
35. TANG, T., Dynamics of air lubricated slider bearings for noncontacting magnetic recording, *Trans. ASME*, apr. 1971.
36. TSENG, R. C., TALKE, F. E., Transition from boundry lubrication to hydrodynamic lubrication of slider bearing, *IBM J. Res. Develop.* vol. 18. nov. 1974.
37. MULVANY, R. B., Engineering design of a disk storage facility with data module. *IBM J. Res. Develop.* vol. 18, no. 6, 1974.
38. TARANTO, J., Application of thin film head technology to a high performance head track disc file, *IEEE Trans. on magn.* MAG-14, no. 4, iulie 1978.
39. WISELEY, T. D., A fixed read/write head utilizing Winchester technology, *IEEE Trans. on magn.* MAG-14, no. 4, iulie 1978.
40. BRIGGS, R. G., HERKART, P. G. Unshielded capacitor probe technique for determining disk memory ceramic slider flying characteristics, *IEEE Trans. on magnetics* MAG-7, no. 3.
41. FLEISHER, J. M., LIN, C., Infrared laser interferometer for measuring air bearing separation. *IBM J. Res. Develop.* vol. 18, no. 6, 1974.
42. FRANCHINI, R. C., WARTNER, D. L., A method of high density recording on flexible magnetic discs, *Comp. Design*. oct. 1976.
43. TAHARA, Y., TAKAGI, H., IKODA, Y., Optimum design of channel filters for digital magnetic recording, *IEEE Trans. on Magn.*, nov. 1976.
44. GRAHAM, I. H., Data detection methods vs. head resolution in digital magnetic Recording, *IEEE Trans. on Magn.* July 1978.
45. HERTRICH, F. R., Average motion time of positioners in random access devices, *IBM, J. Res. Develop.*, 2, 1965.
46. OLBRICH, O. E., Aufbau und Kenwerte elektrodynamischer Linear-motoren als Positionierer für Plattenspeicher, *Feinwerktechnik+m*, 77, Heft 4, 1973.
47. HEATH, J. S., Design of a swinging arm actuator for a disk-file. *IBM J. RES. Develop.* iulie 1976.
48. \* \* \* D.C. motors. control servosystem. Eng. handbook, Electrocraft Corp.
49. OSWALD, R. K., Design of a disk file head positioning servo. *IBM J. Res. Develop.* vol. 18, no. 6, 1974.
50. SAMUELS, F. A., Beyond the second order system in track following servos., *IEEE Trans. on magn.* MAG-14, no. 4, iulie 1978.



51. Mc. KNIGHT, B., A track locating servo system utilizing the data head as absolute position transducer., *IEEE Trans. on magn.*, MAG-14, no. 4, iulie 1978
52. WRIGHT, T. W., Servo control technique enhances performance of disc storage units, *Computer Design*, mar. 1977.
53. LISSNER, R., s.a., Disc file actuator design permits increased track density, *Computer Design*, febr. 1979.
54. SIDMAN, M. D., An adaptive filter for the processing of position error signal in „disk drives“ *IEEE Trans. on Magn.*, July 1978.
55. OSWALD, R. K., Head positioning servo design for the IBM 3340/3350 Disk Files, *IEEE Trans. on Magn.* July 1978.
56. DALE, A., „Thin film disc head recording“, *Systems International*, nov. 1979.
57. SNIGIER, P., „System designer's guide to 8-inch hard disc drive“, *Digital Design*, aug. 1979
58. SMITH, R. L., A small, low-cost 12-megabyte fixed disc drive, *Hewlett-Packard Journal*, iulie 1979.
59. MARTIN HARRIS, „The eight-inchester“, *System International*, sept. 1979.



### 3. UNITĂȚI DE BANDĂ MAGNETICĂ

#### A. CARACTERISTICI GENERALE

Utilizarea benzilor magnetice ca suport pentru memorarea informațiilor se întâlnește la toate sistemele de calcul. Banda magnetică este montată pe un dispozitiv suport, care poate fi o rolă, o casetă sau un cartuș („cartridge“). Dispozitivul suport este montat în unitatea de bandă magnetică numit uneori impropriu și derulor. Pentru conectarea unităților de bandă magnetică la sistemele de calcul sînt necesare unități de legătură, ansamblul unitate de legătură, unitate de bandă magnetică constituind subsistemul de memorie pe bandă magnetică.

În cadrul acestui capitol se vor prezenta principalele probleme legate de memorarea informațiilor pe bandă magnetică, de structura unităților de bandă magnetică, precum și anumite aspecte legate de scriere-citire și de corecția datelor în unitățile de legătură.

Pentru început se discută suporturile standard și organizarea informației pe acestea. Următoarele două paragrafe analizează principalele performanțe și tipuri de unități de bandă magnetică. Din cadrul unităților de bandă magnetică, dispozitivele de antrenare a benzii magnetice cu principalele soluții funcționale și constructive vor fi prezentate în subcapitolele privind sistemele de antrenare a cabestanului și rolurilor. Logica de comandă cu funcțiunile și traductoarele specifice constituie subiectul subcapitolului următor. Lanțul de scriere-citire va fi prezentat atît în ceea ce privește circuitele din unitatea de bandă magnetică cît și cele din unitatea de legătură. Subcapitolul privind metodele de detecție și corecție a erorilor se referă la principalele soluții adoptate și care sînt amplasate în unitatea de legătură. În încheiere se tratează probleme privind întreținerea și compatibilitatea benzilor magnetice.

#### 3.1. Suporturi cu bandă magnetică și structura informației

Banda magnetică este o panglică flexibilă, de obicei din material plastic, avînd pe una din fețe depus, cu ajutorul unui liant, un strat de oxid feromagnetic sau alt material care constituie mediul de înregistrare.

Pentru materialul de bază, flexibil, se utilizează următoarele substanțe: acetat de celuloză, triacetat de celuloză, policlorură de vinil, poliester sau poliester tensionat. Primele două materiale sînt mai puțin utilizate în prezent, doar în cazul unor benzi foarte ieftine. Policlorura de vinil, se întâlnește mai mult la benzile magnetice de fabricație europeană, și are dimensiuni stabile și rezistență la solvenți. Poliesterii și, în special tereftalatul de polietilenă („mylar“), sînt cei mai utilizați datorită proprietăților foarte bune în ceea ce privește stabilitatea dimensiunilor, și au coeficient higroscopic și coeficient de dilatare mic. În trecut s-au folosit și panglici metalice, actualmente complet ieșite din uz.



Mediul de înregistrare cel mai des folosit este oxidul roșu gamaferic ( $\gamma\text{Fe}_2\text{O}_3$ ). Grosimea sa este de 5—15  $\mu$ , fiind depus în particule aciculare cu lungime de 0,5—1  $\mu$ . Lungimea particulelor trebuie foarte bine controlată, pentru asigurarea caracteristicilor magnetice. Doparea cu cobalt 1—4% conduce la creșterea cîmpului coercitiv, dar acest tip de mediu de înregistrare este mai instabil la temperatură.

Un alt mediu de înregistrare îl constituie particule de bioxid de crom. Calitatea înregistrării este îmbunătățită, dar din cauza unui punct Curie scăzut (130°C) benzile ce folosesc acest material au caracteristici mai slabe la variația temperaturii.

Peliclele metalice cobalt-nichel sau cobalt-nichel-fosfor cu o grosime de 0,1  $\mu$ , au proprietăți mecanice superioare și permit înregistrări cu densități mai mari decât cele cu oxizi.

Lianții și alte componente adiționale asigură fixarea stratului magnetic pe suport și realizează o protecție împotriva coroziunii.

Principalele performanțe ale benzii magnetice sînt determinate de dimensiuni, caracteristici fizice, magnetice și electrice. Dimensiunile benzii trebuie menținute în limite foarte precise pentru a asigura valori corespunzătoare ale frecării. Neregularitățile suprafeței înrăutățesc performanțele prin variația distanței dintre cap și bandă și fluctuații de amplitudine ale semnalului de la capul magnetic.

Proprietățile fizice se referă la flexibilitate și rezistență la întindere. Coeficientul de frecare trebuie să fie în limite normale deoarece o valoare prea mare produce uzura capetelor și ghidajelor, iar una prea mică produce alunecări ale benzii mai ales la pornire și oprire. De asemenea banda magnetică trebuie să fie stabilă la temperatură și umiditate precum și la acțiunile unor agenți chimici. Proprietățile magnetice ale benzii sînt similare cu cele ale discurilor care au fost prezentate în cap. 2.

Proprietățile electrice constau în rezistivitatea materialului și posibilitatea de electrizare. În cazul electrizării se pot produce atracții între bandă și elementele mecanice de transport, zgomote la capetele magnetice și colectări de particule de praf, fum etc. În consecință se preferă utilizarea de benzi magnetice cu strat de înregistrare conductibil electric cu valori ale rezistivității între  $10^5$ — $10^9$   $\Omega$ /arie. ( $\Omega$ /arie reprezintă rezistența oricărei arii pătrate de pe suprafața benzii).

### 3.1.1. Metode de înregistrare pe bandă magnetică

— *Metoda înregistrării fără revenire la zero inversă (NRZI)* — reprezintă metoda cea mai veche care este încă utilizată în prezent. În cadrul acestei metode, fiecare inversare de flux va corespunde unei informații „1”, în timp ce pentru o informație „0” nu se va produce nici o inversare (fig. 3.1).

Sensul inversării de flux nu este important. Eficiența înregistrării, definită ca raportul dintre numărul de biți și inversările de flux necesare, este maximă și egală cu 1. Principalul dezavantaj al metodei îl constituie lipsa unei autosincronizări ceea ce conduce la limitarea densității, fiind folosită pînă la valori de 32 biți/mm (800 bpi). La citirea informațiilor înregistrate se folosește un ceas de strobare extern, nesincronizat cu acestea, din care cauză nu se pot compensa variațiile vitezei benzii. Un



flux de date înregistrat în metoda NRZI conține o serie continuă de componente Fourier pînă la o frecvență maximă egală cu  $2,5 \times (\text{numărul maxim de inversări de flux/s})$ , astfel încît pentru un șir de zerouri se obține o componentă aproape continuă. În consecință banda de frecvență

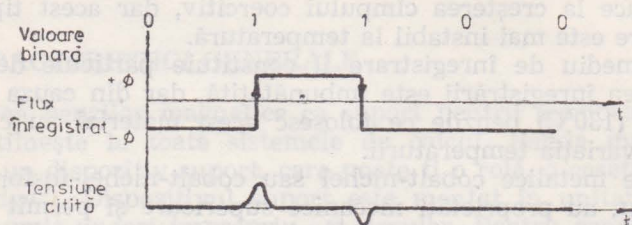


Fig. 3.1. Metoda de înregistrare NRZI.

necesară este foarte mare, ceea ce face ca metoda să nu fie sigură la densități mari [13].

— *Metoda înregistrării prin modulație de fază (PE)*, denumită și metoda Manchester [10], presupune inversări de flux direcționate în funcție de valoare binară care trebuie memorată. Pentru o valoare binară 0 se face o inversare de flux contrară polarității spațiului interbloc, iar pentru o valoare binară 1 inversarea de flux este în sensul polarității spațiului interbloc (fig. 3.2.). În cazul unei succesiuni de doi biți cu aceeași valoare binară, se înregistrează și o inversare de flux nesemnificativă, pentru a se asigura inversările de același sens. Avantajul acestei metode constă în faptul că fiecare pistă poate avea un circuit de detecție autosincronizat. Se pot compensa, în acest fel, variațiile de viteză a benzii prin dotarea cu ceasuri de frecvență variabilă. Eficiența înregistrării este mai scăzută în comparație cu metoda NRZI, fiind egală cu 0,5 deoarece pentru un număr de biți este maximum necesar un număr dublu de inversări de flux. Semnalul de citire a unui flux de date are două frecvențe fundamentale și anume (numărul maxim de inversări de flux/s)/2 și (numărul maxim de inversări de flux/s) [4], [13].

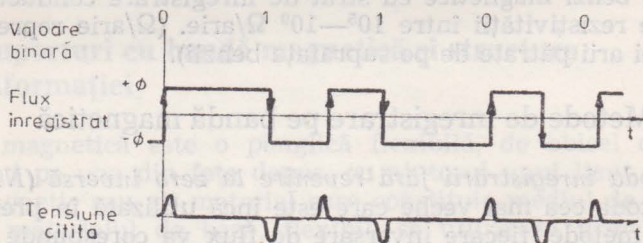


Fig. 3.2. Metoda de înregistrare PE.

Un alt avantaj al acestei metode de înregistrare îl constituie caracteristicile sale autocorectoare. Biții fiind înregistrați prin inversări de flux de polarități diferite, nu se poate confunda o valoare binară cu alta.

— *Metoda înregistrării prin codificare de grup (GCR)*. Creșterea densității la metoda de înregistrare prin modulație de fază este limitată de faptul că la benzile magnetice pentru înregistrări digitale raportul semnal-zgomot scade sub limita admisă de 26 dB la densități de 375 in-



versări de flux/mm [14] (fig. 3.3). Din această cauză s-a recurs la o nouă metodă de înregistrare numită codificare de grup. Această metodă utilizează convențiile de la metoda NRZI, dar adaugă restricția ca o inversare de flux să se producă cel puțin odată la fiecare trei biți. Pentru reali-

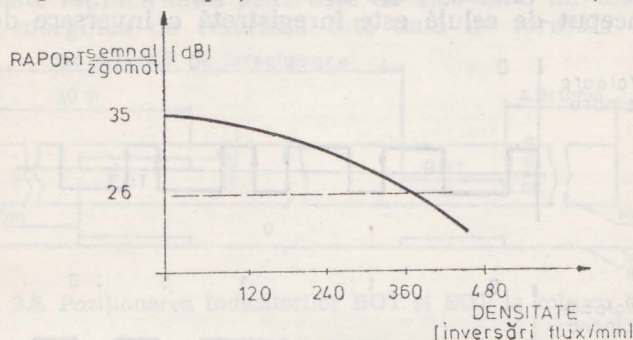


Fig. 3.3. Variația raportului semnal/zgomot în funcție de densitate.

zarea acestei restricții, patru biți consecutivi sînt codificați într-o succesiune de cinci biți care sînt înregistrați pe o pistă (tabelul 3.1 din anexă, vol. 2, pag. 218). La citirea datelor converasia va fi realizată în sens invers.

Se constată că prin această conversie nu pot apare mai mult de doi „0” consecutivi în cadrul grupului sau mai mult de un „0” la extremitate. Această codificare permite menținerea detecției autosincronizabile întâlnite la metoda modulației de frecvență. În schimb eficiența înregistrării a crescut la 0,69, adică cu 38% mai bună decît la modulația de fază.

**Tabelul 3.1** volumul 2, pag. 218

Metoda codificării de grup se folosește la o densitate de 246 biți/mm (6 250 bpi) ceea ce reprezintă o densitate a inversărilor de flux de 356 inversări de flux/mm.

Semnalul citit în urma unei succesiuni de date conține componente Fourier cuprinse între frecvențele: (numărul maxim de inversări de flux/s)/2 și (numărul maxim de inversări de flux/s)/6 și armonicile corespunzătoare pînă la a cincea [13].

— *Metoda de înregistrare cu modulație în durată a impulsurilor*, nu este o metodă eficientă, dar se realizează cu un cost foarte scăzut. La această metodă o inversare pozitivă de flux semnifică începutul unei celule de un bit, iar o inversare negativă reprezintă valoarea binară „0” sau „1” după cum se găsește în prima sau a doua jumătate a celulei (fig. 3.4 a). Spre deosebire de modulația de fază, pierderea unui impuls nu produce pierderea autosincronizării. Variația de viteză poate fi mare, dar din cauza celor trei inversări de flux dintr-o celulă, densitatea maximă este limitată.

— *Metoda de înregistrare prin modulație de zero (ZM)* dezvoltată pentru memoria de masă IBM 3850 în componența căreia intră și unități cu cartuș magnetic de tip special este o schemă de codificare foarte sofisticată. Aceasta generează o succesiune de biți pe baza unui algoritm care ține seama atît de configurația anterioară cit și de cea următoare a informațiilor necesitînd pentru realizare o memorie specială [12].



— Metoda de înregistrare cu lățime variabilă a celulei (VCW), dezvoltată de firma 3M pentru unitatea de cartuș magnetic DC100 folosește o schemă de codificare în care lungimea celulei unui bit de valoare binară „1” este cu 50% mai lungă decât cea pentru o valoare binară „0”. La fiecare început de celulă este înregistrată o inversare de flux și la

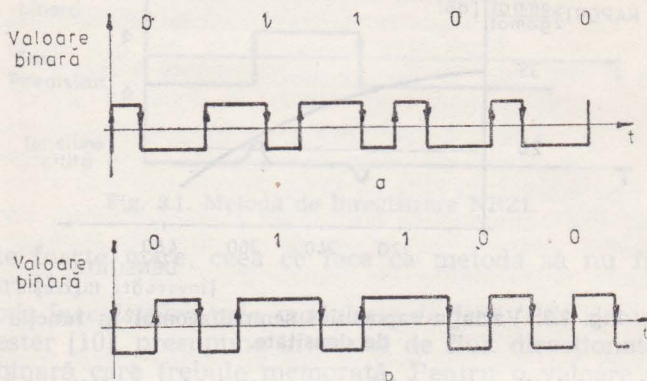


Fig. 3.4. Alte metode de înregistrare:

a — cu modulație în durată a impulsurilor; b — cu lățime variabilă a celulei.

mijlocul celulei deasemenea, formîndu-se astfel un impuls negativ. Impulsul pozitiv care urmează în partea a doua a celulei este egal cu impulsul negativ în cazul înregistrării unei valori binare „0” și este dublu pentru o valoare binară „1”. Această metodă de înregistrare (fig. 3.4 b) acceptă o variație de viteză de  $\pm 20\%$ . Densitatea maximă la care este folosită această metodă este 2000 fcp (pentru o înregistrare numai de „0”) dar valoarea exactă depinde de configurația blocului.

### 3.1.2. Role cu bandă magnetică

Prezentarea suporturilor cu bandă magnetică, a dimensiunilor și modului de organizare a informației se va face doar pentru cele care sînt standardizate pînă în prezent.

Dimensiunile și modul de organizare a acestor benzi magnetice sînt reglementate prin STAS 10915-1978 (ISO 1864-1975). Lățimea benzii magnetice este de 12,7 mm (0,5 inch). Există patru dimensiuni de role toate avînd un diametru interior de 93,68 mm. Rolele mari au diametrul exterior de 26,7 cm (10 $\frac{1}{2}$  inch) și conțin 732 m de bandă, rolele mici cu diametru de 17,8 cm (7 inch) sau 15,9 cm (6,25 inch) și 91—183 m de bandă și rolele intermediare cu diametru 21,6 cm (8 $\frac{1}{2}$  inch) și 366 m de bandă. Grosimea benzii este de  $48 \pm 8 \mu$ , cu un strat de bază de  $38 \mu$  și un material de înregistrare mai subțire de  $15 \mu$ . Pe spatele rolei este montat un inel din material plastic cu diametru aproximativ 98,42 mm a cărui absență indică protecție fișier.

Spre capetele benzii pe partea materialului plastic sînt montate două repere reflectorizante din aluminiu vaporizat, de dimensiuni:  $28 \pm 5$  mm /  $4,8 \pm 0,5$  mm / 0,02 mm pentru semnalizarea indicatorilor început de bandă -BOT („begining of tape”) și sfîrșit de bandă -EOT („end of tape”).



(fig. 3.5). Pentru poziționarea acestor indicatori și a pistelor de înregistrare se definește marginea de referință ca marginea opusă inelului de protecție fișier. Pe bandă sînt dispuse 7 sau 9 piste. În cazul înregistrărilor cu 7 piste lățimea unei piste este de 1,20 mm, iar dispunerea axei lor față de marginea de referință este dată de formula  $1,01 + (n-1) \cdot$

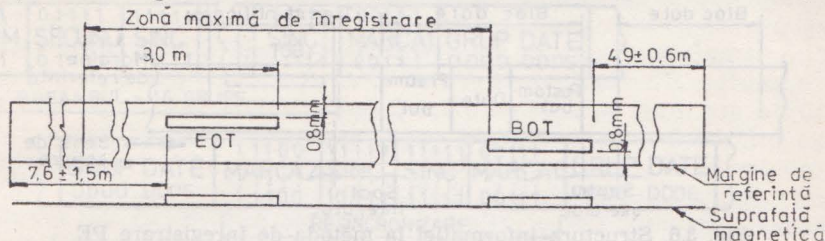


Fig. 3.5. Poziționarea indicatorilor BOT și EOT la role cu bandă.

$1,78 \pm 0,11$  mm (unde  $n$  = numărul pistei). Pista 1 este pista de la marginea de referință, iar dispunerea informațiilor pe piste este prezentată în tabelul 3.2 din anexă, vol. 2, pag. 218 unde  $P$  este paritatea.

**Tabelul 3.2 volumul 2, pag. 218**

La înregistrările pe 9 piste, cele mai des întâlnite în prezent, lățimea pistei este de 1,09 mm, iar dispunerea axei lor față de marginea de referință este dată de formula  $0,737 + (n-1) \cdot 1,397 \pm 0,08$  mm. Dispunerea informațiilor pe piste este dată în tabelul 3.3, vol. 2, pag. 218.

**Tabelul 3.3 volumul 2, pag. 218**

Structura și organizarea informației în blocuri de date este generală înregistrărilor pe bandă magnetică, dar există particularități specifice diferitelor metode de înregistrare.

— *Metoda de înregistrare NRZI*, se folosește la benzi cu 7 piste și densitate 8 biți/mm (200 bpi) (STAS 10940-1978, ISO 1861-1975) și cu 9 piste cu densități de 8 biți/mm (200 bpi) (ISO 1862-1975), 22 biți/mm (556 bpi) și 32 biți/mm (800 bpi) (ISO 1863-1975).

Blocul de date, recomandat a avea o lungime cuprinsă între 18 și 2 048 caractere, are adăugat suplimentar la sfârșitul său unul sau două caractere pentru detectarea și corectarea erorilor. La înregistrările pe 7 piste se adaugă la o distanță de  $0,50 \pm 0,08$  mm de ultimul caracter al blocului un caracter suplimentar care asigură paritatea longitudinală (pe piste) numit caracter de redondanță longitudinală LRC. La înregistrările pe 9 piste, după ultimul caracter al blocului se lasă un spațiu gol echivalent cu trei caractere și se înscrie un nou caracter pentru controlul ciclic (CRC). După caracterul CRC și la același spațiu de acesta se înregistrează caracterul LRC. Se observă că la această metodă de înregistrare blocurile au o structură asimetrică.

Sfârșitul de fișier la înregistrările pe 7 piste va consta dintr-un singur caracter avînd informație 1 pe pistele 3÷7. La înregistrările pe 9 piste sfârșitul de fișier va fi un bloc format dintr-un cuvînt cu biți 1 dispuși pe pistele 2, 3 și 8 și un caracter CRC conținînd numai biți 0.

— *Metoda de înregistrare PE*, se folosește la benzi magnetice cu 9 piste și densitate de 63 biți/mm (1600 bpi) (ISO 3788-1976). Se păstrează



aceleași recomandări de mai sus în privința lungimii blocului. Datele din bloc vor fi precedate de un preambul de 41 de caractere, biții tuturor pistelor trebuie să aibe valoarea 0 pentru primele 40 de caractere (nu se respectă paritatea) și valoarea 1 pentru ultimul (fig. 3.6). Datele din bloc sînt urmate de un postambul format din 41 de caractere, biții tuturor

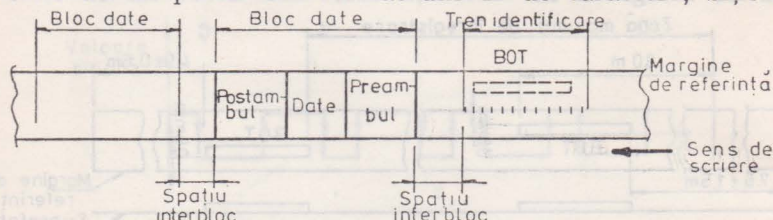


Fig. 3.6. Structura informației la metoda de înregistrare PE.

pistelor au valoarea 1 pentru primul și valoarea 0 pentru ceilalți. Se constată structura simetrică a blocului înregistrat, față de cele două sensuri de citire. Benzile înregistrate în modulație de fază sînt identificate printr-o înregistrare specială numită „tren de identificare” poziționată la nivelul indicatorului BOT. Această înregistrare va începe la cel puțin 43,2 mm înaintea extremității dinspre butuc a indicatorului și se va termina după depășirea acestuia. Între trenul de identificare și primul bloc înregistrat se lasă un spațiu interbloc normal. Trenul de identificare este înregistrat doar pe pista 4 cu o densitate de 63 inversări de flux pe milimetru, restul pistelor fiind șterse.

Sfîrșitul de fișier constă dintr-un bloc special conținînd între 64 și 256 inversări de flux la densitatea de 126 inversări de flux pe milimetru pe pistele 2, 5, 8. Pistele 3, 6, 9 sînt șterse, iar pistele 1, 4, 7 pot fi șterse sau înregistrate în același mod cu pistele 2, 5, 8.

— *Metoda de înregistrare GCR*, se folosește la înregistrări pe benzi magnetice cu 9 piste și la densitate de 246 biți/mm (6250 bpi) (ANSI—X3—54/1976). O problemă specifică ce apare datorită densităților mari de înregistrare o reprezintă resincronizarea datelor. La înregistrările în modulație de fază, în cazul pierderii sincronizării, aceasta nu era refăcută decît la începutul unui nou bloc. La metoda GCR, pentru creșterea siguranței, se prevede posibilitatea de resincronizare chiar pe parcursul blocului prin realizarea de înregistrări speciale. Datele de înregistrat pe bandă sînt împărțite în grupe de 7 octeți, la fiecare grupă adăugîndu-se un caracter de corecție de eroare (ECC). Fiecare grup astfel format din 8 octeți este înregistrat pe bandă sub forma de 10 caractere folosindu-se conversia de cod prezentată anterior. Structura înregistrării unui bloc este arătată în fig. 3.7 și se bazează pe modul de înregistrare pe grupe. Preambulul care conține 80 octeți (100 caractere înregistrate) este format din 16 grupe de cîte 5 octeți cu cifre binare identice pe toate piste. Aceste grupe se numesc TERMINATOR, SECUND și 14 grupe SINCRONIZARE. După grupa MARCA1 urmează grupele de date (D=date, E=caracter ECC) care sînt în număr de 158 (1106 octeți de informație). Înregistrarea specială de resincronizare precede o nouă zonă de date și este formată din 4 grupe de cîte 5 octeți MARCA2, 2 grupe SINCRONIZARE și MARCA1. Sfîrșitul înregistrării conține marca de sfîrșit precum și grupul de date rezidual. Grupul de



date rezidual va conține caracterele rămase (H) de la împărțirea în grupe de câte șapte a datelor, caractere „blanc” care completează pînă la 6 caractere, urmate de un caracter auxiliar de control ciclic, calculat pentru întreg blocul de date (N) precum și caracterul ECC propriu grupei. În continuare se înregistrează o grupă de control ciclic (CRC), formată

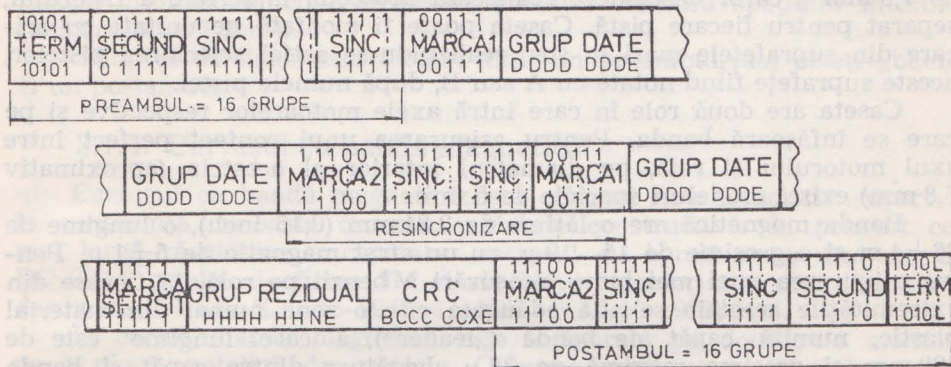


Fig. 3.7. Structura blocului de date la metoda de înregistrare GCR.

din caracterul de control ciclic (C) al întregului bloc repetat în pozițiile 1—6, un caracter (X) care definește numărul caracterelor reziduale din grupa anterioară și caracterul ECC al acestei grupe. De fapt în prima poziție se înregistrează caracterul CRC sau un caracter blanc după cum numărul total de caractere din bloc este par sau impar. Blocul de date se încheie printr-un postambul cu o formă inversă față de cea a preambulului. Ultimul bit de pe fiecare pistă al terminatorului, L are o valoare care aduce la zero circuitele de scriere.

Benzile magnetice înregistrate cu codificare de grup posedă deosemena la începutul lor înregistrări tip „tren de identificare”. Pentru identificarea densității se efectuează o înregistrare doar pe pista 6, realizată în modulație de fază, și cu o densitate de 119 inversări de flux/mm, care va începe la minimum 43,2 mm înaintea marginii posterioare a indicatorului BOT și va continua pînă după aceasta. Urmează un spațiu interbloc și o înregistrare pentru reglarea amplificatoarelor de citire ale unității de bandă magnetică, formată numai din biți cu valoarea 1, care începe la o distanță cuprinsă între 38,1—109,5 mm în urma marginii anterioare a indicatorului BOT și va continua pînă la o distanță de 242—292 mm față de același reper. La sfîrșitul acestei înregistrări este o altă înregistrare care are șterse piste 1, 4 și 7 și care continuă pe o lungime maximă de 50,8 mm.

Sfîrșitul de fișier reprezintă o înregistrare de 250—400 inversări de flux la 356 inversări de flux/mm pe piste 2, 5, 8, 1, 4, 7, iar piste 3, 6, 9 sînt șterse.

### 3.1.3. Caseta cu bandă magnetică

Dimensiunile, organizarea și structura informației pe caseta magnetică sînt reglementate prin standardul ISO—3407—1976.



Caseta cu bandă magnetică, denumită și casetă magnetică, destinată înregistrărilor digitale, este identică în formă și dimensiuni cu caseta audio produsă inițial de firma Philips. Dimensiunile de gabarit sînt  $104,4 \times 59,9 \times 8,6$  mm. Caseta are pe una din fețe ( $100,4 \times 8,6$  mm) o fantă pentru accesul capetelor magnetice la bandă și două ferestre laterale de 7,5 mm a căror deschidere realizează protecția la scriere a fișierului, separat pentru fiecare pistă. Caseta poate fi montată pe unitate cu oricare din suprafețele mari în sus, realizîndu-se astfel selectarea pistelor, aceste suprafețe fiind notate cu A sau B, după numele pistei.

Caseta are două role în care intră axele motoarelor respective și pe care se înfășoară banda. Pentru asigurarea unui contact perfect între axul motorului și rolă, pe diametrul interior al acesteia (aproximativ 7,8 mm) există creneluri speciale de fixare.

Banda magnetică are o lățime de 3,81 mm (0,15 inch), o lungime de  $86 \pm 4$  m și o grosime de 15—19  $\mu$ , cu un strat magnetic de  $5 \pm 1$   $\mu$ . Pentru asigurarea unei mai bune înfășurări a benzii pe rolă, la fiecare din extremitățile acesteia se află adăugată cite o zonă numai din material plastic, numită capăt de bandă („leader“), a cărei lungime este de 500 mm și grosime maximă de 38  $\mu$ . Legătura dintre capăt și banda magnetică este realizată perfect cu o aliniere mai mică de 50  $\mu$ , fără despicături sau abateri. Diferența dintre cele două materiale este sesizată prin coeficientul de transparență a luminii care trebuie să fie de 10% pentru banda magnetică și de 75% pentru capătul de bandă.

Indicatorii BOT și EOT sînt realizați prin perforații circulare, în diametru de 0,6 mm, pe axa benzii (se acceptă o abatere între aceasta și centrul perforației mai mică de 0,1 mm). Acești indicatori se află la o distanță de  $450 \pm 30$  mm de capetele benzii magnetice (fig. 3.8).

Banda magnetică este înregistrată prin metoda modulației de fază la o densitate de 32 biți/mm (800 bpi). Înregistrarea se poate face pe una sau două piste care sînt definite în felul următor: cînd caseta este montată cu fața A spre operator pista 1 este jos, iar pista 2 este sus. Înregistrarea va începe totdeauna cu pista 1, pista 2 poate fi folosită ca pistă de sincronizare sau pistă de înregistrare în funcție de cerin-

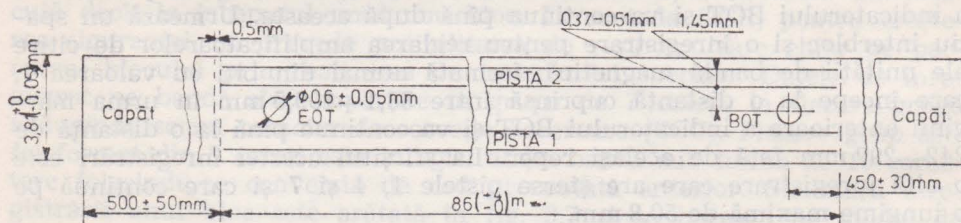


Fig. 3.8. Dimensiunile și structura benzii magnetice din casetă.

țele utilizatorului. Lățimea unei piste este de 1,45 mm, distanța dintre mijlocul benzii și marginea acesteia este de 0,37—0,51 mm.

Octeții sînt înregistrați astfel încît la mișcarea benzii înainte ordinea biților să fie 8 7 6 5 4 3 2 1 (ISO—3275—1974). Lungimea unui bloc este recomandată a fi între 32 și 2064 biți, acest număr incluzînd și biții caracterelor de control.



Un bloc de date este format dintr-un preambul de forma (10101010), datele pentru înregistrare, un caracter pentru controlul ciclic (CRC) al întregului bloc și un postambul. Caracterul de control ciclic (CRC) are 16 biți, din care cauză se consideră de multe ori două caractere. Se constată că din cauza modului de memorare a unui octet, blocul de date va începe întotdeauna cu o inversare de flux contrară spațiului interbloc (valoare binară zero).

Sfârșitul de fișier este format dintr-un preambul, doi octeți „blanc” și un postambul.

### 3.1.4. Cartușul cu bandă magnetică

Cartușul cu bandă magnetică este cel mai nou dispozitiv suport și în consecință cunoaște o mare varietate constructivă. În prezent cea mai largă răspundere a căpătat-o cartușul cu bandă magnetică de tip DC 300A produs de firma 3M și ale cărui caracteristici sînt deja standardizate (ANSI—X3—55-1977 și ANSI—X3—56-1977) [11].

În cartuș, banda magnetică este înfășurată pe două role montate pe o placă metalică de precizie. O curea continuă isoelastică este în contact cu banda magnetică de pe ambele role și cu un cabestan asigurînd prin mișcarea ei antrenarea benzii [24]. Mișcarea curelei este efectuată de un cabestan extern care este în contact cu cabestanul intern. Întreg ansamblul este montat într-o casetă de material plastic cu rol protector (fig. 3.9) și avînd dimensiunile (152,4×101,6×14,47) mm.

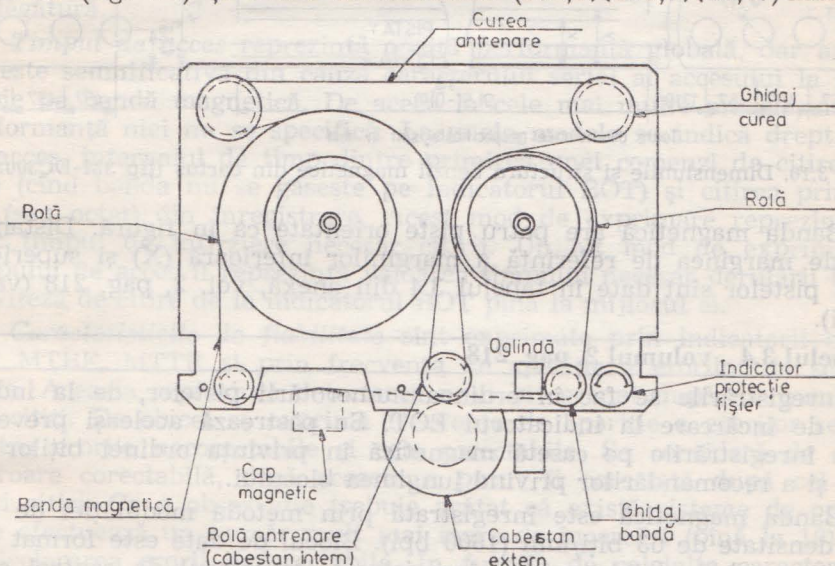


Fig. 3.9. Cartuș cu bandă magnetică (tip 3M-DC300A).

Se constată că prin modul de realizare a cartușului, banda magnetică nu vine în contact extern decît cu capul magnetic. Pentru pătrunderea acestuia la bandă, cartușul are o fereastră de acces cu dimensiuni (38,89×11,10) mm, care este deschisă automat la introducerea sa în unitate.



Banda isoelastică de antrenare necesită o singură sursă de antrenare eliminând sistemele de reglare pentru role.

Cartușul are o fereastră care poate fi manevrată manual și a cărei deschidere realizează protecția fișier. Pentru ușurarea sesizării indicatorilor poziției benzii, este montată o oglindă cu o înclinare de  $45^\circ$  față de traseul benzii.

Banda magnetică are o lățime de 6,30 mm (0,25 inch), cu o lungime utilă pentru înregistrare de 91,5 m și grosime maximă de  $30,7 \mu$  din care  $6,35 \mu$  strat cu oxid. Pe bandă sunt poziționați, prin perforații, patru indicatori. Indicatorul BOT, semnalizat prin trei rânduri a câte două perforații fiecare, arată că banda este în poziție de păstrare fiind toată înfășurată pe rola fișier și protejată de cel puțin un strat de bandă. Se folosesc mai multe perforații pentru creșterea siguranței detecției. Indicatorul de încărcare („load-point“) semnalizat printr-o perforație arată începutul zonei de înregistrare, iar indicatorul de preavertizare („early-warning“) arată apropierea sfârșitului acestei zone (fig. 3.10). Indicatorul EOT semnalizat prin trei rânduri de câte o perforație arată că banda trebuie oprită pentru a nu se descărca accidental. La cartușul cu bandă, indicatorul EOT nu poate fi depășit.

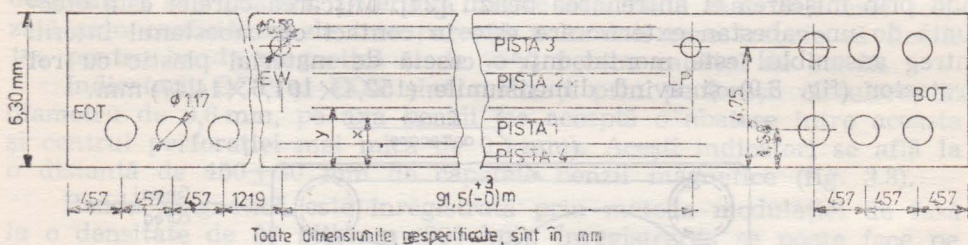


Fig. 3.10. Dimensiunile și structura benzii magnetice din cartuș (tip 3M-DC300A).

Banda magnetică are patru piste orientate ca în figură. Distanțele față de marginea de referință a marginilor inferioară (X) și superioară (Y) a pistelor sunt date în tabelul 3.4 din anexă, vol. 2, pag. 218 (valori medii).

**Tabelul 3.4 volumul 2, pag. 218**

Înregistrările se fac în ordinea numerotării pistelor, de la indicatorul de încărcare la indicatorul EOT. Se păstrează aceleași prevederi de la înregistrările pe casetă magnetică în privința ordinii biților din octet și a recomandărilor privind lungimea blocului.

Banda magnetică este înregistrată prin metoda modulației de fază cu o densitate de 63 biți/mm (1600 bpi). Blocul de date este format dintr-un preambul, datele pentru înregistrare, caracterul de control ciclic și un postambul. Preambulul are 16 biți din care primii 15 au valoarea binară zero, iar ultimul valoarea unu. Postambulul are o formă simetrică fiind format dintr-un bit cu valoarea unu urmat de 15 biți cu valoarea zero. Caracterul de control ciclic (CRC) este determinat pentru întreg blocul, în mod similar ca la casete și are 16 biți.

Sfârșitul de fișier este format dintr-un preambul, 16 biți cu valoarea zero și un postambul.



### 3.2. Performanțele și caracteristicile funcționale ale unităților de bandă magnetică

Principalele performanțe și caracteristici funcționale ale unităților de bandă magnetică se pot grupa în trei categorii. Prima categorie o constituie performanțele globale care caracterizează funcționarea de ansamblu a unității în privința transferului de date cu unitatea sa de legătură.

O a doua categorie de performanțe caracterizează funcționarea din punct de vedere dinamic. Aceste performanțe sînt specifice unui anumit model particular putînd fi folosite, totodată, la compararea mai multor unități de același tip.

Ultima categorie de performanțe sînt specifice înregistrării pe bandă magnetică și în majoritatea cazurilor ele sînt stabilite prin standarde internaționale. În acest mod se asigură, cu ușurință, compatibilitatea între suporturile cu bandă magnetică de același tip și cu aceleași caracteristici. Bineînțeles că asigurarea realizării caracteristicilor de înregistrare impune ca unitățile de bandă magnetică să aibe performanțe corespunzătoare în privința lanțului de scriere-citire.

#### Performanțe globale

Principala performanță din această categorie o reprezintă *viteza de transfer* a datelor dintre unitatea de bandă magnetică și unitatea sa de legătură.

*Timpul de acces* reprezintă o altă performanță globală, dar aceasta nu este semnificativă din cauza caracterului serial al accesului la informație pe bandă magnetică. De aceea la cele mai multe modele, această performanță nici nu se specifică. La unele modele se indică drept timp de acces, intervalul de timp dintre primirea unei comenzi de citire înaintea (cînd banda nu se găsește pe indicatorul BOT) și citirea primului bit (sau octet) din înregistrare. Acest mod de exprimare reprezintă de fapt timpul de întârziere necesar citirii. Un alt mod de exprimare a timpului de acces îl reprezintă valoarea timpului necesar derulării benzii cu viteză de citire de la indicatorul BOT pînă la mijlocul ei.

*Caracteristicile de fiabilitate* sînt exprimate prin indicatorii cunoscuți MTBF, MTTR și prin frecvența de apariție a erorilor de scriere-citire. Aceasta reprezintă detectarea unui bit eronat după un număr de biți citiți. De obicei se exprimă frecvența de apariție a erorilor separat pentru erorile necorectabile și cele corectabile. Se consideră de obicei o eroare corectabilă, dacă aceasta a putut fi corectată după cel mult cinci citiri. Ca o observație trebuie arătat că există sisteme de operare care efectuează un număr mult mai mare de încercări (pînă la 16) pînă la declararea erorii necorectabile. În funcție de celelalte caracteristici, frecvența de apariție a erorilor corectabile este mai puțin de una la  $10^7$ — $10^8$  biți citiți, iar în cazul erorilor necorectabile mai puțin de una la  $10^8$ — $10^9$  biți.

#### Performanțe dinamice

— *Viteza de derulare* a benzii magnetice constituie principala performanță dinamică, se măsoară în m/s sau inch/s (ips) și reprezintă



viteza de mișcare a benzii prin fața blocului capetelor magnetice la operațiile de scriere/citire.

Viteza de derulare determină, în principal, modul de realizare a întregii unități, atât în privința soluțiilor funcționale cât și a celor constructive. Ca exemplu în privința soluțiilor funcționale este modul de realizare a dispozitivului tampon de bandă care depinde direct de valorile vitezei de derulare. De asemenea, soluțiile constructive depind de viteza de derulare, care determină tipurile și valorile caracteristicilor pentru motoarele de antrenare sau pentru schemele de comandă. Pe parcursul operațiilor de scriere/citire viteza de derulare trebuie să fie menținută constantă în limite foarte precise. Abaterile în afara limitelor introduc variații nepermise în viteza de transfer a informațiilor, ceea ce reprezintă o sursă de erori în fluxul de date.

— *Variația instantanee de viteză* constituie abaterea de la viteza nominală de derulare măsurată în orice moment de timp. Definirea în acest mod a mărimii implică dificultăți mari de măsurare [15]. Determinarea vitezei benzii prin fața capetelor magnetice, se realizează prin citirea de benzi magnetice etalon înregistrate la frecvență fixă. Măsurarea unei frecvențe implică o perioadă scurtă de timp, ceea ce înseamnă o variație pe o durată scurtă, dar nu instantanee. De aceea mulți producători preferă în locul variației instantanee de viteză, definirea unei *variații de viteză pe termen scurt*. Această variație reprezintă medierea pe orice interval de timp de durată fixă și mică (15 sau 20 milisecunde) măsurată la cel puțin 10 ms. de la comanda de start. Valorile acestei variații de viteză sînt în gama  $\pm(2-5)\%$  la unitățile de role cu bandă magnetică.

— *Variația de viteză pe termen lung* reprezintă medierea pe un interval de o secundă măsurată la cel puțin 5—10 ms de la comanda de start. În unele cazuri, în locul unui interval de o secundă, se folosește o anumită lungime de bandă spre exemplu 3,81 m (150 inch), minimum.

Valorile acestei variații de viteză sînt în gama  $\pm(1-3)\%$  la unitățile de role cu bandă magnetică.

— *Variația totală de viteză (VTV)*, definită doar de unii producători, reprezintă suma dintre variația de viteză pe termen lung și jumătate din variația instantanee de viteză.

Valorile variațiilor de viteză definite mai sus dau indicații asupra modului de funcționare a sistemelor de reglare a motoarelor de acționare a benzii. Variațiile de viteză la unitățile de casetă sau cartuș magnetic sînt mult mai mari putînd atinge  $\pm 20\%$ .

— *Caracteristicile de start-stop* reprezintă alt grup al performanțelor dinamice. Ele depind direct de lungimea spațiului interbloc al înregistrării, astfel încît banda să fie oprită în acest spațiu. În cazul lansării unei noi operații de scriere/citire banda magnetică trebuie să atingă viteza nominală la sfîrșitul spațiului interbloc. *Timpul de start* reprezintă durata dintre lansarea comenzii de mișcare pentru scriere/citire și atingerea de către bandă prin fața capetelor magnetice a unei viteze de valoare cuprinsă în gama variației totale  $(100-VTV)\%$ . Unii producători preferă o definiție mai largă, considerînd timpul de start pînă la atingerea a  $90\%$  din viteza nominală. Este evident că primul mod



de definire exprimă mai corect acest timp, în legătură directă cu condițiile de funcționare concrete.

Distanța de start reprezintă lungimea de bandă ce trece prin fața capetelor magnetice în timpul de start. *Timpul de stop* reprezintă durata dintre lansarea unei comenzi de oprire și atingerea unei viteze nule a benzii în fața capetelor magnetice, iar distanța de stop reprezintă lungimea benzii ce trece prin fața capetelor magnetice în timpul de stop.

Timpul de comutare a sensului de mișcare a benzii magnetice prin fața capetelor este egal cu suma dintre timpul de stop și timpul de start.

Tempii de start-stop depind de valoarea vitezei de derulare și lungimea spațiului interbloc. De exemplu, la unitățile de role cu bandă magnetică cu viteze de 75 ips timpul de start-stop este de 5 ms, iar la viteze de 125 ips este de 3 ms.

Distanțele de start-stop sînt astfel alese încît suma lor să fie mai mică decît lungimea spațiului interbloc a înregistrării respective. Pentru lungimi nominale a spațiului interbloc de 1,52 cm (0,6 inch), cel mai des întîlnite în înregistrările pe role cu bandă magnetică, mărimea distanțelor de start-stop este de  $0,48 \pm 0,05$  cm ( $0,19 \pm 0,02$  inch). Pe baza stabilirii distanțelor de start-stop, în funcție de viteza de derulare a benzii rezultă valorile timpilor de start-stop. Din această cauză, mai ales la unitățile de role cu bandă magnetică care au stabilite valori fixe pentru viteză, tempii de start-stop au aceleași valori pentru aceeași viteză depinzînd mai puțin de model sau de producător. Bineînțeles că vor exista limite de variație pentru valorile timpilor de start-stop, de regulă  $\pm 10\%$ . Realizarea timpilor de start-stop constituie condiții de proiectare pentru sistemul de antrenare a benzii.

Performanțele dinamice prezentate sînt, de regulă aceleași pentru unitățile de un anumit tip cu aceeași viteză pentru asigurarea interschimbabilității suporturilor cu bandă magnetică (compatibilitate). Din această cauză în multe tabele comparative cu unități de bandă magnetică se specifică doar viteza de derulare, restul performanțelor dinamice prezentate fiind corespunzătoare.

Alte caracteristici dinamice, mai puțin semnificative se referă la operațiile de rebobinare și căutare.

— Viteza de rebobinare reprezintă viteza maximă cu care se execută această operație. La rebobinare, viteza nu este constantă pe tot parcursul operației și de aceea se preferă o altă mărime care reflectă mai corect realizarea acesteia și anume timpul de bobinare.

— Timpul de rebobinare reprezintă durata dintre lansarea acestei operații și oprirea benzii pe indicatorul BOT. De regulă se dă această valoare pentru un suport avînd bandă de o anumită lungime.

Aceste performanțe nu depind în mod direct de viteza de derulare. De regulă viteza de rebobinare este de cîteva ori (2—4) mai mare decît viteza de derulare.

— Viteza de căutare întîlnită la unitățile de casetă magnetică reprezintă viteza de execuție a acestei operații. Valoarea acestei viteze este menținută constantă prin sistemul de reglare automată a dispozitivului de antrenare a benzii.



### Performanțe de înregistrare

Aceste performanțe caracterizează deopotrivă metodele de înregistrare pe bandă magnetică, cât și soluțiile alese pentru lanțul de scriere-citire.

— *Numărul de piste* arată pe câte piste paralele este înregistrată informația pe bandă magnetică.

În privința numărului de piste pot fi menționate două mărimi corelate și anume lățimea unei piste și distanța dintre două piste. În practică semnalul sesizat de capul magnetic este direct proporțional cu lățimea pistei, astfel încât piste mai late pot conduce la îmbunătățirea raportului semnal/zgomot. Separarea dintre piste este legată de fenomenele de diafonie [4].

— *Densitatea de înregistrare* reprezintă numărul de biți memorati pe o pistă pe unitatea de lungime. Densitatea se exprimă în biți/mm, sau biți/inch (bpi).

— *Caracteristicile de spațiere și de aliniere* arată limitele între care poate varia amplasarea inversărilor de flux pe o pistă și între piste.

Spațierea biților reprezintă distanța între doi biți succesivi înregistrați pe aceeași pistă. În mod normal această mărime este inversul densității de înregistrare. La metodele de înregistrare care realizează cel puțin o inversare de flux pentru fiecare bit este importantă variația amplasării acestora pentru a nu se introduce erori de citire sau pierderea autosincronizării. Din această cauză se definesc variații ale spațierii biților, care trebuie să fie compensate de lanțurile de citire.

Variația spațierii biților pe termen scurt constituie abaterea de la spațierea nominală între oricare doi biți succesivi (inversări de flux utile). Ea are, de obicei, valoarea maximă de  $\pm 5\%$ , dar spațierea între doi biți succesivi nu trebuie să varieze cu mai mult de  $\pm 10\%$  față de cea precedentă.

Variația spațierii biților pe termen lung constituie medierea abaterii pe o lungime mare de bandă, și are o valoare de aproximativ  $\pm 4\%$ .

Mărimile de spațiere și variațiile acestora sînt caracteristici principale la înregistrările pe cartuș sau casetă magnetică la care se prelucrează o singură pistă. La înregistrările simultane pe mai multe piste la rolele cu bandă magnetică se definește o nouă mărime caracteristică numită nealiniere sau oblicitate („skew“).

Nealinierea este definită ca distanța maximă, în lungime sau în timp, între biții aceluiași caracter înregistrați simultan pe mai multe piste. Nealinierea este statică sau dinamică funcție de cauzele care contribuie la producerea acesteia. Exprimarea în lungime este absolută, iar cea în timp depinde de viteza de derulare a benzii.

Nealinierea statică reprezintă distanța dintre biții aceluiași caracter datorită toleranțelor mecanice ale capetelor și ghidajelor. Principalele cauze ale nealinerii statice sînt împrăștierea întrefierului capului, eroarea de azimut și profilul capului (fig. 3.11).

Împrăștierea întrefierului capului magnetic constă în poziționarea acestuia pentru fiecare pistă diferit față de linia mediană a ansamblului de capete. Cînd scrierea și citirea se realizează cu același cap pentru fiecare pistă, acest defect nu este important, dar în cazul utilizării de capete diferite se pot produce erori. Valoarea împrăștierii întrefierului



la capetele magnetice folosite în prezent este de ordinul a  $1 \mu$ . Valorile nealinerii introduse de această cauză sînt de ordinea a  $3,25 \mu$ .

Eroarea de azimut este cauzată de amplasarea capului magnetic astfel încît linia mediană a întrefierurilor formează un unghi  $\alpha$  cu linia mediană a înregistrării.

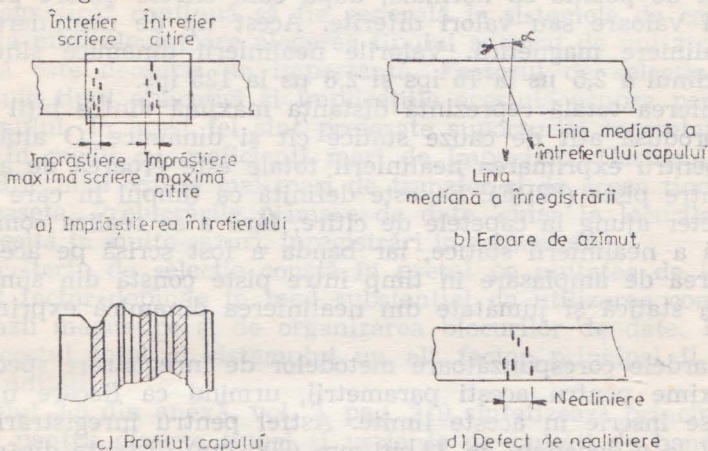


Fig. 3.11. Cauzele fenomenului de nealiniere statică.

Efectul erorii de azimut este mult mai evident la piste extreme, toleranțele admise fiind de  $\pm 1$  minut.

Profilul capului magnetic și deci distanța cap-bandă constituie o altă cauză de nealiniere. Capetele magnetice bine fabricate au un profil ce admite variații în limita a  $0,1 \mu$  mai ales cînd sînt noi. După un timp de funcționare, cînd frecarea cap-bandă este mare se pot produce variații ale distanței dintre ele.

Pe lîngă aceste cauze de erori de natură mecanică, pot apare și diferențe de natură electrică între piste. Timpi de creștere inegali pentru inversările de flux pot produce configurații de flux deplasate între piste. Principalele cauze de apariție sînt diferențele între înfășurările fiecărei piste în privința dimensiunilor, caracteristicilor sau a legăturilor la masă.

Eliminarea nealinerii statice este o problemă importantă a unităților de role cu bandă magnetică și lanțurile de scriere/citire au prevăzute circuite speciale de compensare. Valoarea sa este de ordinul a  $9 \mu$  ( $4,66 \mu$ s la 75 ips sau  $2,8 \mu$ s la 125 ips).

Nealinierea dinamică reprezintă distanța dintre biții aceluiași caracter datorită mișcării benzii. Măsurarea nealinerii dinamice se face utilizînd o bandă de referință, determinîndu-se timpii de decalaj în raport cu informațiile scrise pe o pistă considerată ca referință. Principalele cauze ale nealinerii dinamice sînt variațiile și fluturările („wow and flutter”) benzii în timpul mișcării. Unele dintre aceste mișcări pot intra în rezonanță, ceea ce amplifică foarte mult apariția erorilor.

O altă cauză a nealinerilor dinamice o constituie variația transversală a benzii pe cap, care produce o mișcare rezultantă cu un unghi diferit de  $90^\circ$  față de linia mediană a întrefierului capului. Rezultatul



acestor mișcări este echivalent cu rotirea capului pe o axă normală la suprafața benzii.

Deasemenea, apar nealinieri datorită influenței reciproce a fluxurilor magnetice înregistrate pe bandă. Astfel la metoda de înregistrare în modulație de fază, impulsul nesemnificativ este decalat înainte sau înapoi față de poziția sa normală, după cum cifrele binare precedente au aceeași valoare sau valori diferite. Acest tip de nealinieri se numește nealinieri magnetică. Valorile nealinierii dinamice sînt vîrf la vîrf de ordinul a  $2,5 \mu\text{s}$  la 75 ips și  $2,8 \mu\text{s}$  la 125 ips.

Nealinieria totală reprezintă distanța maximă dintre biții aceluiași caracter produsă atît de cauze statice cît și dinamice. O altă mărime întîlnită pentru exprimarea nealinierii totale este eroarea de amplasare în timp între piste (ITDE). Ea este definită ca timpul în care toți biții unui caracter ajung la capetele de citire, fără a se realiza compensarea electronică a nealinierii statice, iar banda a fost scrisă pe aceeași unitate. Eroarea de amplasare în timp între piste constă din suma dintre nealinieria statică și jumătate din nealinieria dinamică exprimată vîrf la vîrf.

Standardele corespunzătoare metodelor de înregistrare specifică valorile maxime pentru acești parametri, urmînd ca fiecare unitate în parte să se înscrie în aceste limite. Astfel pentru înregistrări cu metoda NRZI la o densitate de 32 biți/mm (800 bpi) distanța dintre primul bit detectat și ultimul bit din același rînd trebuie să fie în medie inferioară valorii de  $10,8 \mu$ . La înregistrări în modulație de fază cu densități de 63 biți/mm (1600 bpi) orice inversare de flux de informație nu trebuie să fie decalată cu mai mult de  $15,87 \mu$  față de altă inversare de flux de informație a aceluiași caracter. De asemenea, aceste standarde prevăd și valorile corespunzătoare spațierii biților.

— *Lungimea spațiului interbloc* este deasemenea stabilită prin standarde pentru a se asigura compatibilitatea între suporturile de același tip. Această caracteristică este în strînsă legătură cu performanțele dinamice de start-stop deoarece banda trebuie accelerată și frînată în acest interval. La înregistrările pe role cu bandă magnetică la densitatea de 8 biți/mm (200 bpi) lungimea spațiului interbloc este de 19 mm (0,75 inch), iar la densități de 32 biți/mm (800 bpi) și 63 biți/mm (1600 bpi) este de 15,2 mm (0,6 inch) nominal, cu o valoare minimă admisă de 12,7 mm (0,5 inch). Înregistrările moderne la 246 biți/mm (6250 bpi) prin metoda GCR au o lungime de spațiu interbloc de 7,62 mm (0,3 inch). În cazul înregistrărilor în transfer continuu se recomandă suplimentar o lungime de 30,48 mm. La înregistrările pe casetă magnetică lungimea spațiului interbloc este de 20,3 mm nominal, valoarea minimă fiind de 17,8 mm, iar cea maximă de 250 mm. Orice spațiu interbloc, la acest tip de suport, cu o lungime de peste 400 mm este interpretat ca sfîrșitul înregistrării. La înregistrările pe cartuș magnetic lungimea minimă a spațiului interbloc este de 30,5 mm (1,2 inch) iar cea nominală de 33,8 mm (1,33 inch).

— *Capacitatea de înregistrare* este o caracteristică proprie suportului și arată numărul total de biți ce pot fi memorati. De obicei, se indică capacitatea maximă care este o valoare teoretică nefiind realizată decît în cazul înregistrării unui singur bloc de date pe toată lungimea benzii (fără spații interbloc).



### 3.3. Tipuri de unități de bandă magnetică

Diversificarea suporturilor cu bandă magnetică, a necesitat apariția unor criterii de selecție a acestora. Dacă utilizarea unităților de role cu bandă magnetică\* continuă să fie generală la sistemele de calcul medii și mari, la minicalculatoare alegerea tipului adecvat de unitate de bandă magnetică este deosebit de importantă. Factorul de selecție principal îl constituie tipul aplicației și implicațiile acestuia asupra performanțelor sistemului. În acest fel sînt preferate suporturile încasate cînd se lucrează în medii cu coeficienți mari de impurități. Cartușul magnetic este specific unor viteze mai mari de transfer și de aceea tinde să înlocuiască caseta. Prelucrările primare de date, chiar la locurile de culegere, necesită în multe cazuri, înregistrări incrementale.

Alt criteriu de selecție constă în prețul pe unitatea de informație, dar acest factor depinde în mod substanțial de utilizarea completă sau nu a benzii magnetice și de organizarea blocurilor de date. De asemenea, în costul total al sistemului un alt factor principal îl constituie valoarea unității.

Tabelul 3.5 din anexă, vol. 2, pag. 219 sintetizează principalele performanțe pentru diverse tipuri și variante de unități de bandă magnetică. Sînt date valori medii ale acestor performanțe pentru a se realiza o comparație.

<b>Tabelul 3.5 volumul 2, pag. 219</b>
--

#### 3.3.1. Unități de role cu bandă magnetică

Unitățile de role cu bandă magnetică sînt tipul cel mai vechi apărut și încă cel mai larg utilizat la toată gama de sisteme de calcul. În cadrul evoluției lor se pot distinge trei generații semnificative [19].

Prima generație, specifică anilor 1950—1960, folosea ca metodă de înregistrare, metoda NRZI. Deruloarele aveau mecanisme complicate care necesitau ajustări foarte precise, ca de altfel și circuitele electronice de aliniere. Dezvoltarea la sfîrșitul anilor '50 a benzilor magnetice cu oxid, a tehnologiei componentelor electronice și a schemelor de comandă a motoarelor a permis trecerea la o nouă generație.

A doua generație, caracterizată prin înregistrarea datelor în modulație de fază, realizînd autosincronizarea și autocorectarea lor, dar scăzînd eficiența înregistrării la 50%. Componentele electromecanice și electronice devenite mai ieftine și creșterea densității pînă la 63 biți/mm (1600 bpi) compensau întru totul scăderea eficienței înregistrării. În jurul anului 1973 apar primele unități din generația următoare, datorită îmbunătățirii atît a calității benzilor magnetice, cît și a tehnologiilor avansate în domeniul capetelor magnetice (depuneri peliculare), a performanțelor motoarelor electrice și a tehnicilor de codificare a informației și detectare a erorilor.

\* Deoarece unitățile de role cu bandă magnetică sînt cele mai des utilizate în țară s-a încetățenit, pentru acestea, denumirea de unități de bandă magnetică.



A treia generație folosește densități de 6250 bpi cu înregistrare prin codificare de grup, ceea ce mărește eficiența la 69%. Cu toate că există unele probleme de cost la realizarea lanțului de scriere-citire, se prevede că introducerea circuitelor larg integrate va scăde prețul în mod substanțial.

Recent au apărut unități de bandă magnetică cu transfer continuu („streaming“).

În prezent sînt larg folosite unitățile de bandă magnetică cu înregistrare în modulație de fază și/sau codificare de grup.

În țară se remarcă utilizarea cvasitotală a unităților de bandă magnetică cu înregistrare în modulație de fază.

Din analiza performanțelor dinamice și de înregistrare, reiese că unitățile trebuie să antreneze banda magnetică astfel încît să asigure accelerări la viteza nominală pe spații mici (de ordinul 0,5 cm). Pentru realizarea unui sistem dinamic corespunzător, cu tensiuni minime în suport, se prevede între rolele de bandă care au inerție mare și dispozitivul de antrenare (unul sau două cabestane) un dispozitiv tampon de bandă (fig. 3.12, a).

*Dispozitivul de antrenare* poate avea unul sau două cabestane. La soluția cu două cabestane, acestea se rotesc în mod continuu în sensuri contrare, banda aderînd corespunzător sensului dorit la unul din ele. Aderarea benzii pe cabestan se poate face cu role presoare sau prin curenți de aer. Soluția cu role presoare, cu toate că este simplă și sigură, totuși necesită o proiectare atentă a mecanismului de acționare a rolei [18]. Soluția cu suflarea de curenți de aer ridică problema realizării unei valve cu timp de răspuns suficient de rapid. Cu toate că acționarea cu două cabestane realizează timpi de start-stop mult mai mici, din cauza dificultăților constructive și a prețului de cost s-a renunțat aproape complet la ea, fiind înțilnită doar la unele unități de producție mai vechi.

În prezent este generalizată acționarea monocabestan. Acesta are inerție mică, iar unghiul de contact cu banda este mare ( $180^\circ$ — $270^\circ$ ) pentru a asigura antrenarea fără alunecări. Pentru mărirea aderenței benzii magnetice la viteze de derulare mari (peste 75 ips) se utilizează un cabestan pneumatic (sau vacuumatic) a cărui suprafață are orificii conectate la o pompă de vid.

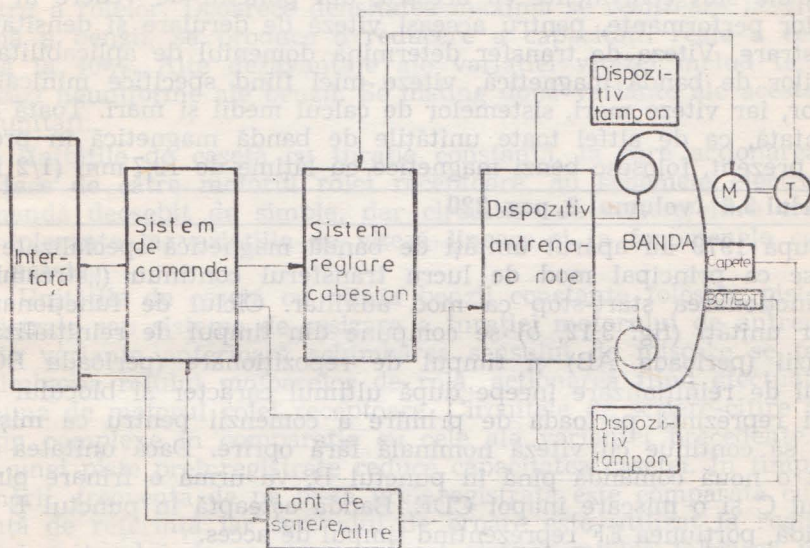
*Dispozitivul de susținere* a benzii este format din două role cu sisteme de comandă independente, acționate de poziția benzii în dispozitivul tampon. Pentru unitățile cu viteză de derulare mică (pînă la 45 ips) se folosesc de regulă ca dispozitive tampon, sisteme cu brațe elastice, iar pentru viteză mare, camere cu vacuum.

Traseul pe care îl realizează banda în mișcarea sa este prevăzut cu o serie de ghidaje pentru a înlătura deplasările în lățime. De obicei banda este ghidată fix la marginea de referință, iar la cealaltă margine ghidajul are un arc care permite compensarea deplasărilor în lățime.

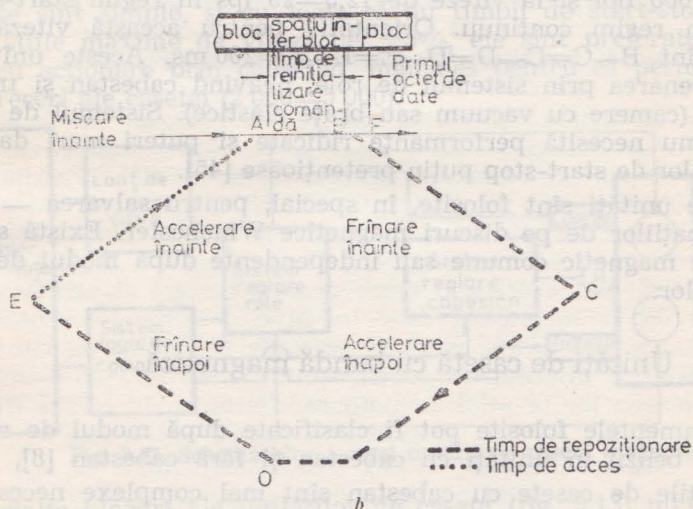
Blocul *capetelor magnetice* este amplasat între ghidaje, iar relația lor este foarte importantă, deoarece contribuie la formarea unghiului de azimut. De asemenea, pe traseul benzii, în apropierea capetelor este montat un dispozitiv de curățire a benzii numit desprăfuitor. Aceste des-



prăfuitoare înlătură particulele depuse prin contaminare pe bandă. El poate, fi realizat cu orificii de suflare a aerului sau prin atingerea benzii cu carbură de tungsten sau safir. Folosirea safirului, mai modernă, prezintă avantajul că acesta nu se magnetizează [17].



a



b

Fig. 3.12. Schemă bloc a unei unități de role cu bandă magnetică:

a — start-stop; b — ciclu funcționare transfer continuu.

Capetele magnetice de scriere-citire sînt pentru 9 piste, marea majoritate a unităților avînd prevăzută și citire după scriere.

O facilitate importantă este încărcarea automată a benzii în dispozitivul de antrenare.



Așa cum s-a arătat, performanțele unităților de bandă magnetică depind în mod esențial de viteza de derulare și metoda de înregistrare. Pentru analiza distribuției acestor parametri se prezintă în tabelul 3.6 din anexă, vol. 2, pag. 220 gama de unități de bandă magnetică pentru sistemul de calcul IBM 370. Unitățile de bandă magnetică produse de alte firme sînt echivalente cu acestea, din punctul de vedere al principalelor performanțe, pentru aceeași viteză de derulare și densitate de înregistrare. Viteza de transfer determină domeniul de aplicabilitate al unităților de bandă magnetică, viteze mici fiind specifice minicalculatoarelor, iar viteze mari, sistemelor de calcul medii și mari. Toată gama prezentată, ca de altfel toate unitățile de bandă magnetică în producție în prezent, folosesc benzi magnetice cu lățime de 12,7 mm (1/2 inch).

**Tabelul 3.6 volumul 2, pag. 220**

După 1979 au apărut unități de bandă magnetică specializate care folosesc ca principal mod de lucru transferul continuu („streaming“), iar funcționarea start-stop ca mod auxiliar. Ciclul de funcționare al acestor unități (fig. 3.12, b) se compune din timpul de reinițializare a comenzii (perioada AB) și timpul de re poziționare (perioada BCDE). Timpul de reinițializare începe după ultimul caracter al blocului anterior și reprezintă perioada de primire a comenzii pentru ca mișcarea benzii să continue cu viteză nominală fără oprire. Dacă unitatea nu a primit o nouă comandă pînă în punctul B, va urma o frînare pînă în punctul C și o mișcare înapoi CDE. Banda așteaptă în punctul E noua comandă, porțiunea EF reprezentînd timpul de acces.

Unitățile de bandă magnetică cu transfer continuu operează la densități de 1600 bpi și la viteze de 12,5—25 ips în regim start-stop și de 100 ips în regim continuu. Orientativ pentru această viteză, valorile timpilor sînt B—C=C—D=D—E=E—A=200 ms. Aceste unități realizează antrenarea prin sistemul de role, neavînd cabestan și traductoare de poziție (camere cu vacuum sau brațe elastice). Sistemul de antrenare a rolor nu necesită performanțe ridicate și puteri mari datorită caracteristicilor de start-stop puțin pretențioase [45].

Aceste unități sînt folosite, în special, pentru salvarea — restaurarea informațiilor de pe discuri magnetice Winchester. Există subsisteme bandă-disc magnetic comune sau independente după modul de realizare a cuploarelor.

### 3.3.2. Unități de casetă cu bandă magnetică

Echipamentele folosite pot fi clasificate după modul de realizare a antrenării benzii în unități cu cabestan și fără cabestan [8], [16].

Unitățile de casete cu cabestan sînt mai complexe necesitînd role presoare și mecanisme de acționare a acestora, dar realizează timpi de răspuns mai mici. Unitățile cu două cabestane au, în consecință, patru motoare și două role presoare și în unele situații mecanism de retragere a capului magnetic ceea ce le face foarte complicate din punct de vedere mecanic. Realizează variații mici de viteză cu comenzi electronice simple prin utilizarea de motoare cu turație constantă.



Unitățile cu un singur cabestan au o complexitate mecanică mai redusă, dar schimbarea sensului de mișcare se realizează dificil, necesitând scheme de comandă mai complexe.

Unitățile cu sistem de acționare prin role sînt mai puțin complexe avînd două motoare, dar introduc, fără o compensare corespunzătoare, o variație în raport de 2,5 : 1 a vitezei benzii datorită variațiilor de diametru a rolor. Deoarece densitatea maximă se realizează la viteza minimă a benzii, se produce o reducere a capacității reale a casetei de pînă la 40%. Alte dezavantaje ale variației vitezei includ tensiuni și frecări neuniforme ale benzii. Se disting două variante ale acestor tipuri de unități.

Unitățile de casetă cu turație constantă, la care acționarea benzii se face de către motorul rolei receptoare, au schemele electronice de comandă deosebit de simple, dar circuitele de scriere/citire trebuie să fie tolerante la variațiile de viteză lineare și la fenomenele ce derivă din acestea.

Unitățile de casetă cu viteza benzii constante folosesc piste preînregistrate sau sisteme de sesizare a turației motorului de antrenare. Ca și la varianta anterioară schimbarea sensului de mișcare se face prin schimbarea rolului motoarelor de rolă, acționarea fiind efectuată întotdeauna de motorul rolei receptoare. Circuitele de scriere-citire sînt mai puțin complexe în comparație cu cele ale variantei precedente. Folosirea unei piste preînregistrate reduce capacitatea casetei. În timpul funcționării, frecvența de pe pista preînregistrată este comparată cu o frecvență de referință iar semnalul de eroare este utilizat la reglarea turației motorului de antrenare. Acest sistem implică folosirea unui ansamblu de capete magnetice pentru două piste. Unitățile cu viteza benzii constante sînt simple, și cu toate că au timpii de start-stop mai mari, iar variațiile maxime de viteză de  $\pm 5\%$ , ele sînt preferate totuși unităților cu acționare prin cabestan, mai ales pentru că permit mult mai multe treceri ale casetei (2 000—5 000).

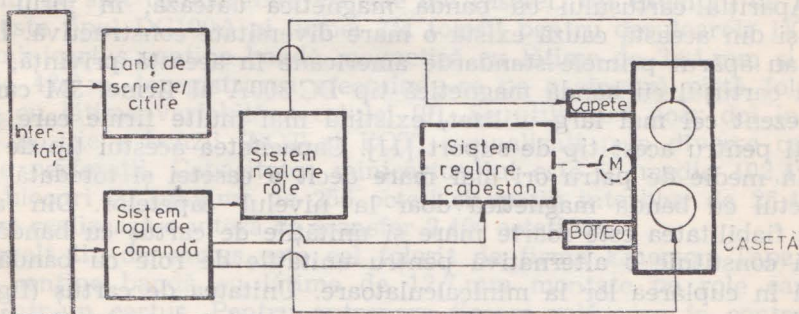


Fig. 3.13. Schema bloc a unei unități de casetă magnetică.

Celelalte blocuri ale unităților de casetă (fig. 3.13) nu implică probleme deosebite. Comanda unor viteze diferite la scriere-citire și căutare impune existența unor linii speciale pe interfață pentru controlul vitezei. Unitățile au traductoare specifice de sesizare a prezenței casetei ceea ce implică de asemenea o linie de stare specială pe interfață. Traductorii indicatorilor BOT și EOT sînt fotoelectrici, unele unități avînd



prevăzută și ejecția automată a casetei. Distanța între capul de scriere și cel de citire este de 3,81 mm, acestea asigurând o presiune asupra benzii de  $(5-15) \cdot 10^{-3} \text{ N/mm}^2$ .

Multe dintre unitățile de casete fiind folosite la înlocuirea benzilor perforate sau a cartelelor perforate, la dispozitive de introdus date de la consolă sau la transmisii de date, realizează înregistrarea incrementală a datelor [22]. Se întâlnesc unități specifice înregistrărilor de acest tip, ca și unități ce permit înregistrări continue și incrementale. Înregistrările incrementale se efectuează la viteze mici de derulare, sincronizarea înregistrării informației fiind externă sau internă.

În ultimii ani a început și utilizarea minicasetelor care extind proprietățile casetei clasice la dimensiuni mult mai mici, ceea ce implică și consumuri de putere mici de ordinul a 0,75 W. Unitățile de antrenare pot avea unul sau două motoare, detectori de protecție fișier și BOT/EOT și mai ales datorită puterii mici sînt ideale pentru alimentarea de la baterii [21].

De asemenea au apărut și unități ce utilizează mai multe casete. Astfel firma „Data Instruments Co“, a produs un echipament care acceptă pînă la 10 casete. Acestea pot fi stocate în magazine de intrare sau de ieșire similar cu dispozitivele de cartele perforate. Casetele sînt transportate automat, la comandă, într-o servire de tip FIFO (primul sosit—primul servit) într-un ciclu de aproximativ 10 secunde.

Cîteva unități de casete cu bandă magnetică sînt enumerate în tabelul 3.7 din anexă, vol. 2, pag. 219.

**Tabelul 3.7 volumul 2, pag. 219**

### 3.3.3. Unități de cartuș cu bandă magnetică

Apariția cartușului cu bandă magnetică datează, în jurul anului 1972 și din această cauză există o mare diversitate constructivă. În anul 1977 au apărut primele standarde americane în această privință, referitor la cartușul cu bandă magnetică tip DC 300A al firmei 3M care este în prezent cel mai larg utilizat, existînd mai multe firme care produc unități pentru acest tip de suport [11]. Capacitatea acestui tip de cartuș este în medie de patru ori mai mare decît a casetei și totodată reduce contactul cu banda magnetică doar la nivelul capetelor. Din această cauză fiabilitatea este foarte mare și unitățile de cartuș cu bandă magnetică constituie o alternativă pentru unitățile de role cu bandă magnetică în cuplarea lor la minicalculatoare. Unitatea de cartuș (fig. 3.14) include un motor cu o roată de fricțiune pentru antrenarea curelei isoelastice care asigură mișcarea benzii. Forța tangențială de antrenare a curelei este de ordinul a 1N pentru a deplasa banda cu viteză constantă și a asigura o tensiune în bandă de  $(0,3-0,8)\text{N}$ . Blocul capetelor magnetice pentru 4 piste, are acces la bandă printr-o fereastră care este deschisă automat la încărcarea cartușului. Sistemul de acționare a motorului de antrenare trebuie să asigure simultan un răspuns rapid și o zonă de stabilitate adecvată pentru a înlătura oscilațiile ce s-ar produce la antrenarea benzii magnetice prin cureaua izoelastică.



Ansamblul mecanic include dispozitivele de introducere și scoatere a cartușului, de sesizare a prezenței acestuia, traductoarele de protecție fișier și indicatori de bandă, motorul de antrenare cu tahogenerator și blocul capetelor magnetice. Distanța dintre întrefierul capului de scriere și cel al capului de citire este de 3,8 mm.

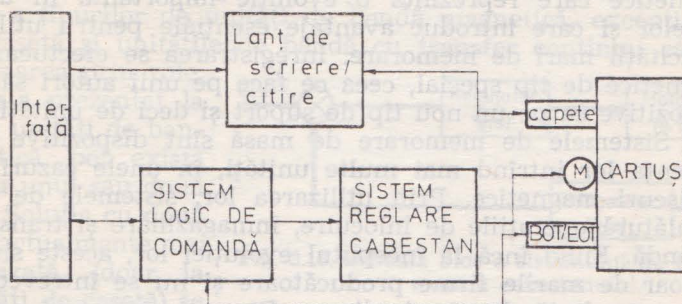


Fig. 3.14. Schema bloc a unei unități de cartuș magnetic.

Dintre particularitățile specifice de interfață trebuie menționate prezența printre liniile de stare a patru linii corespunzătoare indicatorilor de poziție a benzii (BOT și EOT, de încărcare și de preavertizare). De asemenea există două linii care permit selectarea piesei și în consecință a capetelor de lucru. Posibilitatea maximă este de patru piste, dar există și unități care lucrează cu una sau două piste. Trebuie menționat că spre deosebire de casetă, la cartuș schimbarea pistei se face prin comandă și nu prin inversarea fizică a suportului.

Lanțul de scriere-citire nu se deosebește esențial de cel întâlnit la alte unități de bandă magnetică. În prezent se realizează înregistrări cu densități de 6250 bpi, 7 piste sau în transfer continuu. Dintre alte variante constructive de cartuș trebuie prezentat în primul rând minicartușul. Acesta are aceeași configurație și tehnică de antrenare, dar dimensiunile sînt comparabile cu cele ale casetei. Un exemplu de minicartuș este tipul DC100A al firmei 3M folosit pentru deruloarele DCD-1. Acest minicartuș conține bandă magnetică cu lățime de 3,81 mm și lungime de 42,6 m, înregistrarea efectuîndu-se pe o singură pistă folosind metoda cu lățime variabilă a celulei [9]. Se utilizează doar doi indicatori de poziție a benzii (BOT și EOT) semnalizați prin diverse combinații de perforații. Capacitatea minicartușului este în medie 102,4 Koc-teți la blocuri cu lungime de 256 octeți și spațiu interbloc de 25,4 mm. Unitatea realizează o viteză de transfer 2 400 octeți/sec.

Un alt tip de cartuș este cel folosit de firma Emerson Tape Pac. Acesta conține bandă cu lățime de 12,7 mm montate pe role care se găsesc într-un cartuș. Pentru antrenare fiecare rolă vine în contact cu un cabestan confecționat din elastomer. Cele două cabestane sînt independente și au sisteme de reglare independente care asigură sensurile de mișcare. Există facilități de BOT/EOT și protecție fișier. Formatul înregistrării este similar cu cel de la benzile montate pe role. În tabelul 3.8 din anexă, vol. 2, pag. 221 sînt prezentate cîteva unități de cartuș, dintre care majoritatea folosesc cartușul DC-300A al firmei 3M.



După 1975 au început să apară *sistemele de memorare de masă* cu benzi magnetice care reprezintă o evoluție importantă în dezvoltarea calculatoarelor și care introduc avantaje esențiale pentru utilizator din cauza capacității mari de memorare. Înregistrarea se efectuează pe cartușuri magnetice de tip special, ceea ce face pe unii autori să considere aceste dispozitive ca pe un nou tip de suport și deci de unități de bandă magnetică. Sistemele de memorare de masă sînt dispozitive complexe, în componența lor intrînd mai multe unități, în unele cazuri incluzînd chiar și discuri magnetice. Prin utilizarea lor, sistemele de memorare de masă înlătură operațiile de înlocuire, înmagazinare și transport a ro- lelor cu bandă. Fiind încă la începutul evoluției lor, aceste sisteme sînt realizate doar de marile firme producătoare și nu se întrevide pînă în prezent vreo tendință de standardizare. Din această cauză se vor pre- zenta sumar două astfel de sisteme.

Sistemul de memorare de masă IBM 3850 este format din dispozi- tivele de cartuș magnetic 3851 și un dispozitiv cu disc de masă din se- ria 3330. Cartușul are o formă cilindrică de 100 mm lungime și 50 mm diametru din material plastic în care se află înfășurată o bandă ma- gnetică de 76 mm lățime și 19,5 m lungime. Dispozitivele 3851 sînt echi- pamente complexe care conțin sisteme de înregistrare a informației, sis- teme de comandă, stații de acces și magazine pentru cartușuri. Există opt modele de dispozitive care pot conține între 706—4720 cartușuri, ajungîndu-se la o capacitate maximă de 472 miliarde octeți. Scrierea- citirea se realizează cu un sistem cu cap rotativ [42] similar cu cele folosite la înregistrările video [41], prin metoda de înregistrare cu mo- dulație de zero.

Sistemul de memorare de masă CDC 98500 este un dispozitiv mo- dular ce poate conține 2052 cartușuri și atinge o capacitate totală de 16000 Mocteți. Sistemul este format dintr-o unitate de comandă 98514 și o unitate de derulare 98504. Cartușul are dimensiunile  $4,57 \times 3,1 \times 8,5$  cm și are o capacitate de 8 Mocteți. Fiecare cartuș este poziționat într-o matrice, accesul realizîndu-se în 2,5—5 s. În unitatea de derulare se poate realiza o coadă de așteptare de 5 cartușuri. Se efectuează înre- gistrări cu o densitate de 6250 bpi, realizîndu-se o viteză de transfer de 806 Kocteți/s. Capetele magnetice asigură un acces aleatoriu pe 8 po- ziții.

## B. SOLUȚII CONSTRUCTIVE SPECIFICE

### 3.4. Ansamblul de antrenare a cabestanului

Sistemul de antrenare a cabestanului are rolul de a controla vi- teza benzii prin fața blocului capetelor magnetice în funcție de comen- zile primite de la sistemul logic. Acest sistem antrenează banda la miș- cările înainte sau înapoi necesare scrierii-citirii, precum și la rebobi- nare. Parametrii dinamici ai cabestanului trebuie să fie riguros contro- lați pentru asigurarea concordanței dintre timpii de start-stop și lun- gimea spațiului interbloc.



### 3.4.1. Antrenarea benzii magnetice

Antrenarea benzii magnetice prin cabestan se întâlnește la marea majoritate a tipurilor de unități de bandă magnetică, excepție fac unitățile de casetă și unitățile de bandă cu transfer continuu care efectuează antrenarea prin role. Așa cum s-a prezentat la tipurile de unități de bandă magnetică, pot exista variante cu unul sau două cabestane. Soluția cu două cabestane, actualmente mai puțin utilizată, (doar la unele unități de casetă) se întâlnește la unitățile de producție mai vechi. Din această cauză vor fi prezentate soluțiile monocabestan, dar unele din concluzii pot fi extinse și la sistemele cu două cabestane.

Cabestanul este antrenat de un motor electric având un tahometru ca traductor de reacție (fig. 3.15). Traseul benzii este astfel realizat încât să nu permită alunecările benzii pe cabestan. În consecință, pentru menținerea constantă a vitezei benzii, sistemul de reglare automată va controla turația motorului, trebuind totodată să realizeze un regim tranzitoriu neoscilatoriu cu timp de creștere cât mai mic posibil [23].

Se cunosc funcțiile de transfer ale motorului  $Y_m(s)$  și tahometrului  $Y_T(s)$ :

$$Y_m(s) = \frac{K}{1+s \cdot T_m} \quad \text{și} \quad Y_T(s) = K_T \quad (3.1)$$

unde

$$K = \frac{1}{K_n + \frac{f \cdot R}{K_m}} \quad \text{și} \quad T_m = \frac{J \cdot R}{f \cdot R + K_m \cdot K_n} \quad (3.2)$$

iar  $R$  — rezistența rotorică,  $J$  — momentul de inerție,  $f$  — frecarea statică,  $K_m$  și  $K_n$  constante, iar  $K_T$  — constanta traductorului.

Sistemul de reglare automată poate fi continuu sau discret după natura tahometrului folosit. Principala performanță pe care trebuie să o realizeze sistemul de reglare automată este o eroare staționară nulă. Pentru îndeplinirea acestei cerințe, în cazul sistemelor continue este necesar ca funcția de transfer a căii directe să conțină un pol de ordinul unu în origine, din care cauză se utilizează regulatoare de tip I sau PI. În figura 3.15 s-a notat cu  $Y_R(s)$  funcția de transfer a regulatorului.

În cazul unui regulator I se mai impune cerința ca timpul de creștere să fie cât mai mic, fără ca procesul să devină oscilatoriu. Din condiția unui regim amortizat rezultă constanta regulatorului  $T_R$ .

$$T_R = 4K_T \cdot K \cdot T_m \quad (3.3)$$

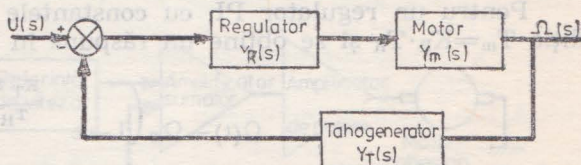


Fig. 3.15. Schema bloc a sistemului de reglare automată a cabestanului.



și un răspuns în timp a turației:

$$\Omega(t) = \Omega_0 \left( 1 - \frac{t}{2T_m} e^{-\frac{t}{2T_m}} \right) \quad (3.4)$$

Pentru un regim amortizat subcritic condiția devine  $T_R > 4K_T \cdot K \cdot T_m$ , dar timpul de creștere se mărește.

Pentru un regulator PI, cu constantele  $K_R$  și  $T_R$ , se impune condiția  $T_m = K_R \cdot T_R$  și se obține un răspuns în timp pentru turația:

$$\Omega(t) = \Omega_0 \left( 1 - e^{-\frac{K_T K}{T_R} t} \right) \quad (3.5)$$

unde  $\Omega_0 = U/K$ ,  $U$  fiind tensiunea de comandă.

Prin impunerea unui timp de creștere se obțin valorile pentru constantele regulatorului.

Dintre cele două tipuri de regulatoare se preferă cel PI, deoarece permite impunerea timpului de creștere și în funcție de el se calculează constantele, în timp ce la regulatorul de tip I, acestea rezultă din condiția ca sistemul să fie neoscilatoriu.

Sistemele de reglare automată digitale realizează o îmbinare între natura de lucru lineară a unor elemente de execuție și caracterul numeric al mărimilor de comandă. În sistem sînt dispuse circuite de numărare și decodificare care comandă un convertor numeric-analogic pentru acționarea motorului de antrenare.

### 3.4.2. Scheme de comandă

Sistemele de comandă ale cabestanului pot fi clasificate în două categorii după modul de comandă al motorului: sistem de comandă tip analogic și sistem de comandă discret. Marea majoritate a unităților folosesc sistemul de comandă analogic, mai puțin pretențios, mai ieftin, avînd dezavantajul reglajelor periodice. Aceste sisteme analogice sînt de două feluri, funcție de tipul tahometrului.

Sistemul de comandă analogic cu tahometru analogic este un sistem clasic de reglare automată a turației unui motor de curent continuu cu excitație derivație.

Semnalele de comandă logice declanșează generatorul de rampe pentru a se putea realiza pantele de accelerare și decelerare ale benzii cerute de timpii de start-stop impuși. Sistemul de reglare automată comportă un amplificator PI, iar reacția principală este cea de viteză, majoritatea sistemelor avînd și reacție secundară de tensiune (fig. 3.16).

Sistemul de comandă analogic cu tahometru digital (optic) comportă în plus față de sistemul anterior un convertor frecvență-tensiune pentru transformarea semnalului digital în semnal analogic. Pantele de accelerare și decelerare ale acestui tip de sistem sînt mai mici, sistemul analogic acționînd doar pe timpul menținerii vitezei constante a cabestanului. Acest tip de sistem mai are de obicei și o buclă de reacție în curent a regulatorului, iar blocul rampelor de start-stop este mai complex, folo-



sindu-se și informația digitală a tahogeneratorului. Acest sistem este folosit în special la unitățile de viteză mare sau la cele ce antrenează benzi înregistrate prin metoda GCR.

Sistemele de acționare digitală (fig. 3.17) folosesc același tip de motor cu o excitație derivație comandat de amplificatoare în comutație, atât în timpul start-stopului, cât și în timpul mersului normal.

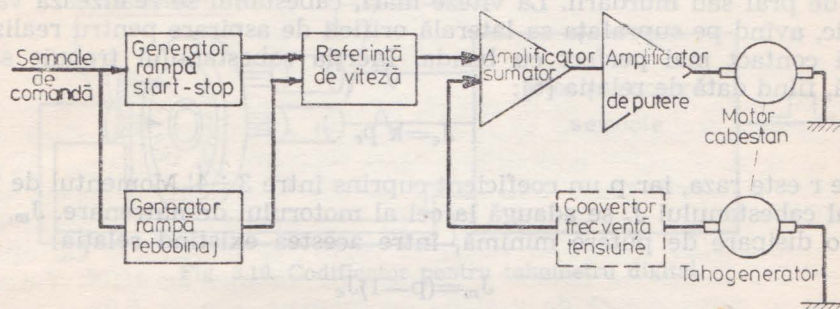


Fig. 3.16. Schemă de acționare analogică pentru cabestan.

Semnalul în impulsuri de la tehogenerator este comparat cu un oscilator cu cuarț realizându-se astfel o mare constantă a referinței de viteză nefiind necesare reglaje. Blocul de comparație și comandă a amplificatorului va da secvența adecvată amplificatorului de putere în comutație pentru păstrarea vitezei constante. Acest bloc poate fi realizat cu un microprocesor, sau cu circuite integrate clasice. Fronturile de comandă

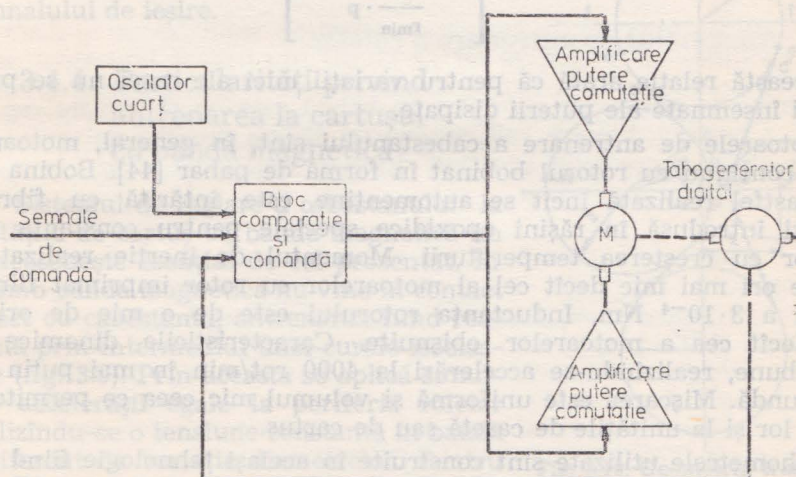


Fig. 3.17. Schemă de acționare digitală pentru cabestan.

sînt foarte abrupte ca și în schema hibridă descrisă anterior, blocul logic elaborînd semnalele de start-stop, corespunzătoare. Datorită folosirii în comanda de putere a unor elemente în comutație, consumul energetic este mult mai mic, dar complexitatea schemei este mare.



### 3.4.3. Probleme constructive

Cabestanul are o formă cilindrică pe suprafața căruia este depus un material plastic pentru a asigura antrenarea benzii fără alunecări. Depunerile se fac prin inserție de uretan care are avantajul unui coeficient de frecare foarte stabil și nu este influențat, în mod substanțial, de depunerile de praf sau murdării. La viteze mari, cabestanul se realizează vacuumatic, avînd pe suprafața sa laterală orificii de aspirare pentru realizarea unui contact mai perfect cu banda. Inerția cabestanului trebuie să fie mică, fiind dată de relația [6]:

$$J_c = k p r \quad (3.6)$$

unde  $r$  este raza, iar  $p$  un coeficient cuprins între  $3 \div 4$ . Momentul de inerție al cabestanului  $J_c$  se adaugă la cel al motorului de antrenare.  $J_m$ , pentru o disipare de putere minimă, între acestea existînd relația:

$$J_m = (p-1)J_c \quad (3.7)$$

Deci, momentul de inerție al cabestanului este  $\frac{1}{2} \div \frac{1}{3}$  din momentul de inerție al motorului. În cazul în care din considerente de traseu nu se poate alege o rază pentru cabestan care să corespundă disipării minime, se introduce factorul de eficiență:

$$\eta = \left[ \frac{p-1 + \left(\frac{r}{r_{\min}}\right)^p}{\frac{r}{r_{\min}} \cdot p} \right]^2 \quad (3.8)$$

Această relație arată că pentru variații mici ale razei nu se produc creșteri însemnate ale puterii disipate.

Motoarele de antrenare a cabestanului sînt, în general, motoare de curent continuu cu rotorul bobinat în formă de pahar [44]. Bobina rotorului, astfel realizată încît se automenține, este întărită cu fibre de sticlă și introdusă în rășini epoxidice speciale pentru constanța parametrilor cu creșterea temperaturii. Momentul de inerție realizat este de zece ori mai mic decît cel al motoarelor cu rotor imprimat fiind de ordinul a  $3 \cdot 10^{-4}$  Nm. Inductanța rotorului este de o mie de ori mai mică decît cea a motoarelor obișnuite. Caracteristicile dinamice sînt foarte bune, realizîndu-se accelerări la 4000 rot/min în mai puțin de o milisecundă. Mișcarea este uniformă și volumul mic ceea ce permite utilizarea lor și la unitățile de casetă sau de cartuș.

Tahometrele utilizate sînt construite în aceeași tehnologie fiind montate, în cele mai multe cazuri, compact cu motorul de antrenare. Tensiunea de ieșire este de ordinul a  $1 \div 3$  V la o mie de rotații pe minut. Această tensiune este proporțională cu turația indiferent de sensul de rotație. Tahometrele de acest tip sînt folosite direct la sisteme de reglare continue. În cazul sistemelor discrete se introduce la tahometru un dispozitiv de codificare analog-digitală. Cel mai des întîlnit tip de codifica-



tor este cel incremental care constă dintr-un disc cu fante, surse de lumină și elemente de sesizare (fig. 3.18).

Sensul de mișcare este obținut prin două semnale electrice sinusoidale defazate între ele cu  $90^\circ$ . Aceste semnale sînt amplificate și prelucrate obținîndu-se la ieșire impulsuri. Numărul de impulsuri depinde în

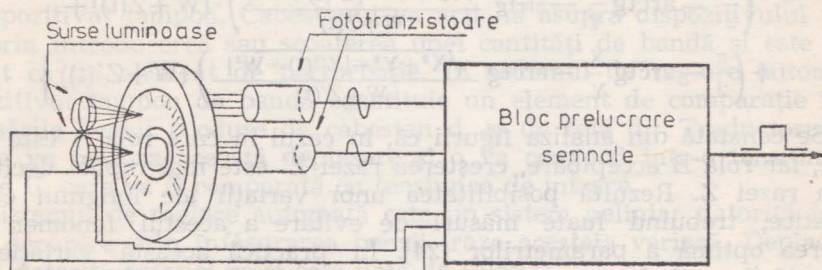


Fig. 3.18. Codificator pentru tahometru digital.

mod direct de numărul de fante ale discului, de exemplu pentru 500 de fante se emite un impuls la  $0,72^\circ$ .

Montarea dispozitivului de codificare pe axul tahometrului poate cauza două tipuri de erori. Toleranțele dintre axul tahogeneratorului și diametrul interior al discului, pot produce, în cazul unei montări excentrice, o modulare în frecvență a semnalului de ieșire. Vibrațiile axului tahometrului produc o modulare în amplitudine a semnalului de ieșire.

#### 3.4.4. Particularități privind antrenarea la cartușul cu bandă magnetică

Sistemul de reglare a cabestanului la unitățile de cartuș cu bandă magnetică nu se deosebește esențial de cel prezentat. În schimb banda magnetică nu vine în contact direct cu cabestanul, antrenarea fiind realizată prin intermediul unei curele isoelastice (fig. 3.9). Prin aceasta se aplică simultan accelerații egale la periferia roților realizîndu-se o tensiune constantă în bandă indiferent de variația diametrelor. Pentru o înțelegere mai ușoară a fenomenului se prezintă schematic sistemul cu geometria exagerată (fig. 3.19). Rolele cu bandă sînt notate A și B, cabestanul intern cu D, iar cabestanul de antrenare cu C. Punctele c, d, c', d', reprezintă punctele de tangență ale curelei la cabestan și role în cazul cînd acestea sînt goale sau pline cu bandă. Lungimea cure-

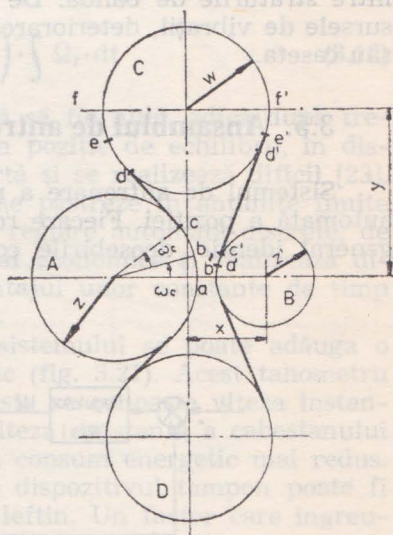


Fig. 3.19. Geometria traseului benzii la cartușul cu bandă magnetică.



lei isoelastice este dată de relația în care razele  $Z$  și  $Z'$  sint variabile în timp.

$$L=2 \left\{ \pi W + \sqrt{X^2 + Y^2 - [Z^2(t) + W^2]} + \sqrt{X^2 + Y^2 - [Z'^2(t) + W^2]} + \right. \\ \left. \left( \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{X}{Y} - \arctg \frac{\sqrt{X^2 + Y^2 - [Z^2(t) + W^2]}}{W + Z(t)} \right) \cdot (W + Z(t)) + \right. \\ \left. + \left( \frac{\pi}{2} - \arctg \frac{X}{Y} - \arctg \frac{\sqrt{X^2 + Y^2 - [Z'^2(t) + W^2]}}{W + Z'(t)} \right) (W + Z'(t)) \right\} \quad (3.9)$$

Se constată din analiza figurii că, în cazul în care rola A este debitoare, iar rola B acceptoare, creșterea razei  $Z'$  este mai rapidă decât scăderea razei  $Z$ . Rezultă posibilitatea unor variații ale lungimii curelei isoelastice, trebuind luate măsuri de evitare a acestui fenomen prin alegerea optimă a parametrilor [24]. În practică această variație este mică,  $\Delta L/L$  putînd ajunge la valori de  $20/10^6$ , la proiectarea cartușului standard DC-30 0A s-a realizat o valoare de variație de  $4/10^6$ . Variația tensiunii în curea creată de variația de lungime este de  $0,03\%$  pentru poliester sau  $0,12\%$  pentru oțel.

Pe lîngă eliminarea erorilor datorate zgîrierii benzii și a schimbului de energie acest sistem de antrenare mai prezintă avantajul eliminării pierderii de semnal prin sincronizarea accelerării la nivelul curelei isoelastice. Presiunea curelei nu permite introducerea peliculelor de aer între straturile de bandă. De asemenea sînt înlăturate inerția flanșelor, sursele de vibrații, deteriorarea marginilor benzii prin contact cu flanșele sau caseta.

### 3.5. Ansamblul de antrenare a rolor

Sistemul de antrenare a rolor de bandă este un sistem de reglare automată a poziției. Fiecare rolă posedă un sistem propriu de reglare în general identic, deosebirile constînd doar în realizarea unor etape din

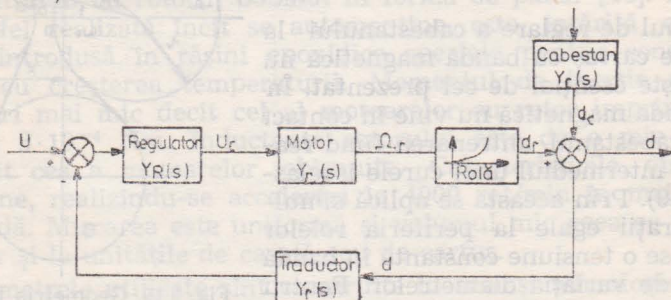


Fig. 3.20. Schema bloc a sistemului de reglare automată a rolor.

cadru încercării automate. Sistemul de reglare automată a rolor apare la unitățile de role cu bandă magnetică și la unitățile de casetă. La unitățile de bandă cu transfer continuu și la unele unități de casetă, acest sistem asigură și antrenarea benzii.



La unitățile de role cu bandă magnetică, sistemul de reglare automată (fig. 3.20) are rolul de a menține o rezervă de bandă suficientă între rolă și cabestan pentru a asigura antrenarea benzii, a contracara mișcările bruște ale cabestanului și a nu produce solicitări mecanice care să dăuneze calității benzii.

Mărimea de intrare o constituie tensiunea de comandă  $U$  pentru pornirea motorului rolei, iar mărimea de ieșire este deplasarea ( $d$ ) benzii în dispozitivul tampon. Cabestanul va acționa asupra dispozitivului tampon prin introducerea sau scoaterea unei cantități de bandă și este considerat ca un element de perturbație. În sistemul de reglare automată, dispozitivul tampon de bandă constituie un element de comparație între deplasările benzii produse de cabestan  $d_c$  și de rolă  $d_r$ . Traductorul de reacție va măsura această deplasare și o va converti într-o tensiune de reacție  $U_r$  care va fi comparată cu tensiunea de intrare.

Sistemul de reglare automată este un sistem neliniar datorită însăși rolei, deoarece prin înfășurarea benzii, raza acesteia variază. Deplasarea benzii datorită rotației rolei este dată de relația:

$$d_r = R_r \int \Omega_r \cdot dt \quad (3.10)$$

unde  $d_r$  — deplasarea,  $R_r$  — raza,  $\Omega_r$  — viteza unghiulară,  $R_{r0}$  — raza inițială.

Considerînd grosimea benzii  $g$  se poate scrie variația razei rolei

$$R_r = R_{r0} + g \frac{1}{2\pi} \int \Omega_r \cdot dt \quad (3.11)$$

Deci

$$d_r = \left( R_{r0} + g \frac{1}{2\pi} \int \Omega_r \cdot dt \right) \cdot \int \Omega_r \cdot dt \quad (3.12)$$

Cerința ca mărimea de ieșire staționară să fie nulă, adică după trecerea procesului tranzitoriu banda să fie în poziție de echilibru, în dispozitivul tampon, este o cerință foarte strictă și se realizează dificil [23]. De obicei se impune cerința ca banda să se păstreze în anumite limite ceea ce permite utilizarea unor sisteme de reglare automată discrete, de obicei bipoziționale. Aceste sisteme sînt mai economice și realizează disipări de putere mai mici, dar au dezavantajul unor constante de timp mai mari și a unor sensibilități mai scăzute.

Pentru îmbunătățirea performanțelor sistemului se poate adăuga o buclă de reacție cu un traductor tahometric (fig. 3.21). Acest tahometru va măsura viteza lineară a rolei. Prin aceasta se cunoaște viteza instantanee a rolei care poate fi comparată cu viteza constantă a cabestanului și se realizează o reglare mai rapidă cu un consum energetic mai redus. De asemenea traductorul de pe reacția din dispozitivul tampon poate fi realizat tehnologic mai simplu și deci mai ieftin. Un factor care îngreunează studiul teoretic al sistemului este existența unui timp mort variabil datorat conectării motoarelor în momentul trecerii prin zero a sinusoidelor de rețea. La această soluție se recurge pentru eliminarea parazitilor și utilizarea unor surse de alimentare care să nu necesite filtrări speciale. Toate aceste considerente conduc la necesitatea unei analize asistată de calculator a întregului sistem de reglare, obținîndu-se astfel răspunsul în timp. În fig. 3.22 se prezintă răspunsul unui sistem fără



reacția tahometrică (a) și a unui sistem cu această reacție (b) la o mărime de perturbație treaptă unitară (mișcarea cabestanului într-un sens cu viteză nominală), pe timp de o secundă. Linia mediană, reprezintă mijlocul dispozitivului tampon, iar celelalte două linii drepte sînt pozi-

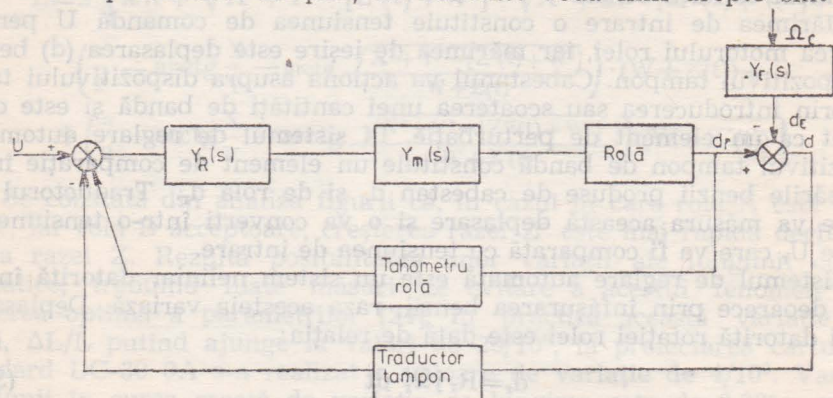


Fig. 3.21. Sistem de reglare automată a rotelor cu reacție tahometrică.

țiile sesizorilor din acest dispozitiv. Este trasată deplasarea capătului benzii în dispozitivul tampon pentru patru valori ale tensiunii aplicate pe motor. Studiul comparativ al acestui sistem s-a făcut pentru un derulor cu viteza de 125 ips.

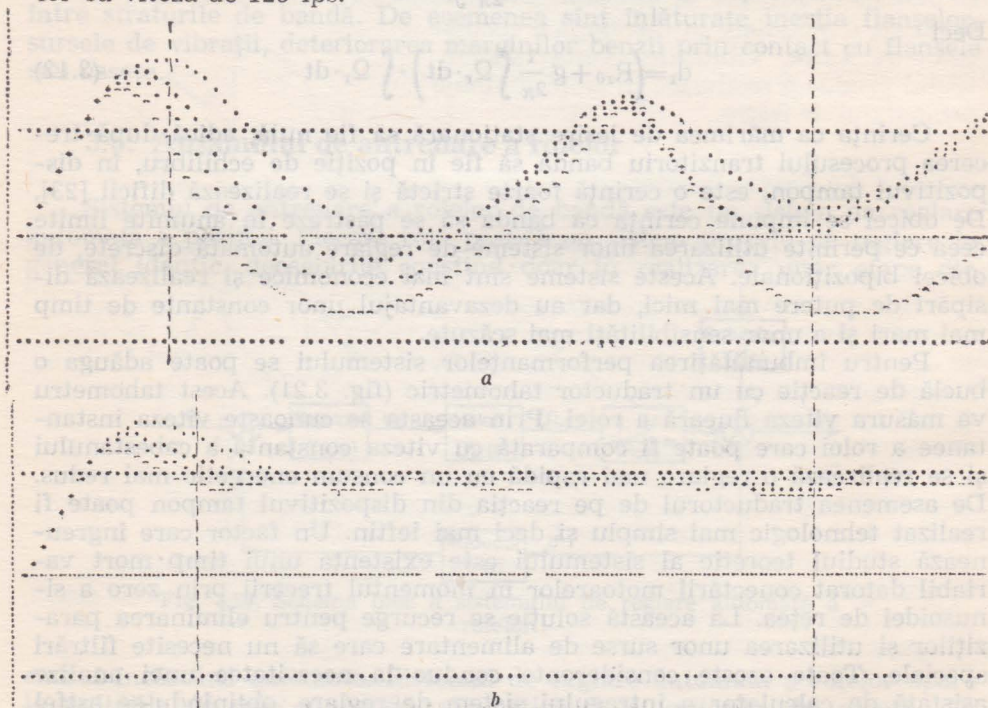


Fig. 3.22. Răspunsul în timp al sistemului:  
a — cu 2 senzori; b — cu reacție tahometrică.



### 3.5.1. Dispozitive pentru crearea rezervei tampon

Dispozitivul tampon de bandă constituie elementul determinant al sistemului de reglare automată, modul său de realizare impunând adoptarea soluțiilor pentru celelalte subansamble. S-au generalizat două sisteme folosite de regulă în funcție de viteza de defilare a benzii, astfel la unitățile de viteză mică (până la 45 ips) se folosește un dispozitiv tampon cu brațe elastice, iar la unitățile de viteză mare se utilizează camele cu vacuum.

#### Tipuri de dispozitive tampon

*Dispozitive tampon cu brațe elastice* sînt folosite pentru unitățile de bandă magnetică cu viteză mică de defilare și au, de obicei, traducătoare de sesizare discrete (fig. 3.23). Se constată că brațele se pot găsi într-una din cele trei zone. Pentru fiecare rolă există două microîntrerupătoare K1 și K2 respectiv K3 și K4 și un limitator de cursă K5 respectiv K6. (Microîntrerupătoarele K1 și K2 nu sînt figurate în schemă dar au poziții similare cu K3, K4).

Cama care acționează microîntrerupătoarele K3, K4 este astfel proiectată încît atunci cînd brațul este în zona 1, microîntrerupătorul K4 este închis și cînd este în zona 3, microîntrerupătorul K3 este închis. În zona 2 care este zona de echilibru ambele întrerupătoare sînt deschise.

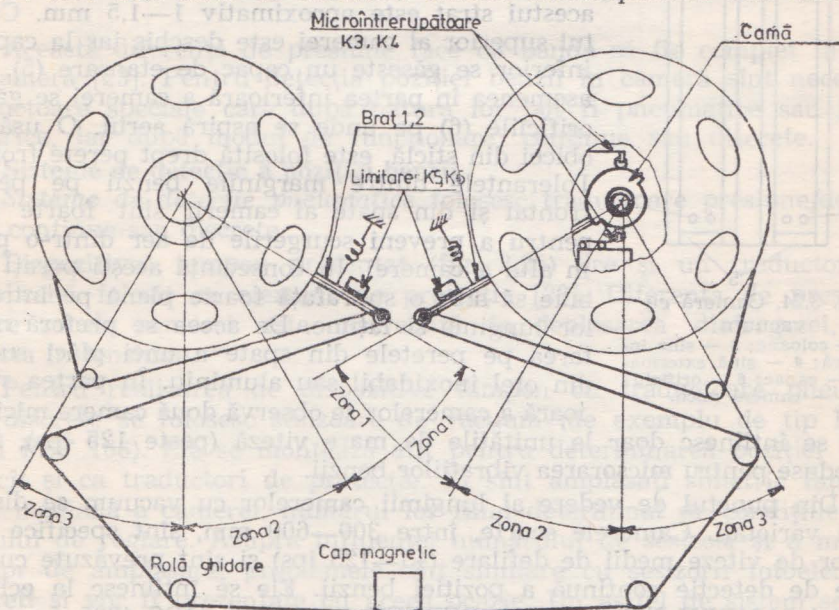


Fig. 3.23. Dispozitiv tampon cu brațe elastice.

Dispozitivele tampon cu brațe elastice pot avea și traducătoare continue. Principalul ele rămîn aceleași, dar brațul elastic acționează în mod continuu asupra unui potențiomtru sau condensator.

Dispozitivele tampon cu brațe elastice au multe elemente mecanice în mișcare (pîrghii, came, etc.) și din această cauză se folosesc la deru-



loarele de viteză mică de defilare. Un astfel de dispozitiv se întâlnește la derulorul AMPEX TM-100.

*Dispozitive tampon cu camere cu vacuum*, nu au elemente în mișcare. În schimb necesită existența unei surse speciale care să creeze vacuum în camere. De asemenea, aceste dispozitive permit o manipulare

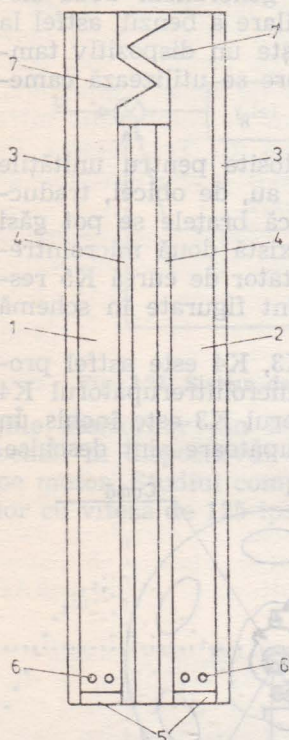


Fig. 3.24. Cameră cu vacuum:

1, 2 — coloane; 3 — șina interioară; 4 — șina exterioară; 5 — capac; 6 — orificiu; 7 — cameră mică.

mai lină a benzii. Există câte o cameră cu vid pentru fiecare rolă, între camere existând diverse poziții relative funcție de traseul benzii. Astfel camerele pot fi așezate longitudinal și paralele între ele (IBM 3400, AMPEX TMA, POTTER 3423), longitudinal și în prelungire (PERTEC, T9640) sau înclinate simetric față de verticală (AMPEX TM9, MDS 4025). Camerele cu vacuum (fig. 3.24) în formă de coloană (1,2) cu secțiune dreptunghiulară având peretele din spate comun. Fiecare coloană are câte două șine, una interioară (3), și alta exterioară (4), confecționate din material nemagnetic de obicei aluminiu. Șinele sînt captușite cu o bandă adezivă conținînd microbule de sticlă pentru a reduce la maximum frecările între bandă și pereții coloanei precum și electrizarile. Grosimea acestui strat este aproximativ 1—1,5 mm. Capătul superior al camerei este deschis iar la capătul inferior se găsește un capac de etanșare (5). De asemenea în partea inferioară a camerei se găsesc orificiile (6) pe unde se aspiră aerul. O ușă, de obicei din sticlă, este folosită drept perete frontal. Toleranțele dintre marginile benzii pe pereții frontal și din spate ai camerei sînt foarte mici pentru a preveni scurgerile de aer dintr-o parte în alta a camerei. În consecință acești pereți trebuie să aibă o suprafață foarte plană pe întreaga lor lungime și lățime. De aceea se preferă montarea pe peretele din spate a unei plăci subțiri din oțel inoxidabil sau aluminiu. În partea superioară a camerelor se observă două camere mici (7),

care se întîlnesc doar la unitățile de mare viteză (peste 125 ips), fiind introduse pentru micșorarea vibrațiilor benzii.

Din punctul de vedere al lungimii camerelor cu vacuum se disting două varietăți. Camerele scurte, între 300—600 mm, sînt specifice unităților de viteză medii de defilare (45—125 ips) și sînt prevăzute cu sisteme de detecție continuă a poziției benzii. Ele se întîlnesc la echipamentele AMPEX TMA și TM9, PERTEC seria 9000, MDS 4025. La aceste unități rolele sînt așezate una sub alta ceea ce împreună cu lungimea mică a camerelor permit montarea în dulapuri standard (19 inch). Camerele cu vacuum cu lungime mare peste 1000 mm, se întîlnesc la deruloare de viteză mare (75—250 ips) și au sisteme discrete de detecție a poziției benzii. Acest tip de camere se întîlnesc la echipamentele POTTER seria 3423-27, STC seria 2400. Aceste unități au rolele așezate orizontal una lîngă alta.



În partea inferioară a camerei cu vacuum trebuie creată o subpresiune de ordinul a 600—700 mm col de apă, banda constituind o diafragmă între această presiune și presiunea atmosferică din partea superioară.

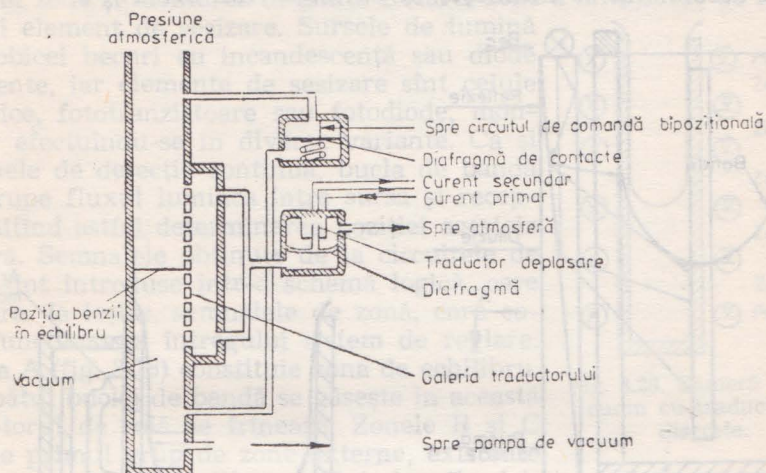


Fig. 3.25. Cameră de vacuum cu traductor pneumatic.

Această diferență de presiune face cu banda să fie complet întinsă în cameră [23]. Pentru detecția poziției benzii în cameră sînt necesare traductoare speciale care după natura lor pot fi pneumatice sau foto-electrice, iar după modul de funcționare: continue sau discrete.

#### Sisteme de detecție a poziției benzii

*Sisteme de detecție pneumatice* folosesc traductoare presiune/deplasare continue sau discrete.

Dispozitivul tampon prezentat (fig. 3.25) are și un traductor cu membrană folosit ca element de protecție [23]. Diferența de presiune dintre zonele camerei este convertită în deplasarea diafragmei, iar aceasta în tensiune.

Pentru realizarea de dispozitive tampon cu traductoare pneumatice discrete se folosesc senzitoare de vacuum (de exemplu de tip Fairchild PSF 106). Ele se montează atît pentru determinarea poziției benzii, cît și ca traductori de protecție. Ei sînt amplasați simetric față de zona mediană a camerei, numărul lor fiind determinat de condițiile sistemului de reglare. Asupra influenței numărului de senzori și a modului lor de amplasare, problemele sînt similare cu senzorii fotoelectrici discreți și vor fi prezentate cu aceea ocazie. Un astfel de sistem se întâlnește la unitatea PERTEC-9640 care are suplimentar și reacție tahometrică.

*Sistemele de detecție electrică* sînt mai răspîndite din cauza simplității constructive, dar unele din traductoarele pe bază fotoelectrică folosesc elemente optice destul de complexe care necesită o tehnologie specială.



Sistemele de detecție cu elemente fotosensibile posedă un lanț de senzori (fotodiode, celule fotovoltaice) grupați corespunzător încât semnalul de ieșire variază linear cu poziția buclei în cameră [27]. O variantă a acestui tip se întâlnește la unitatea AMPEX TM-9.

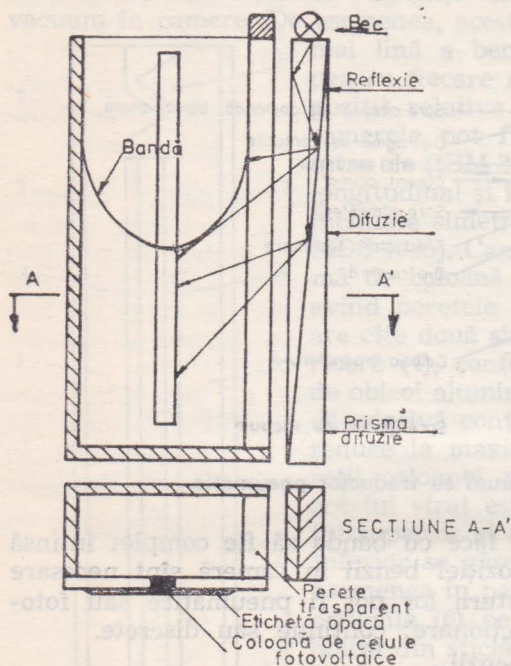


Fig. 3.26. Camera de vacuum cu prismă optică de difuzie.

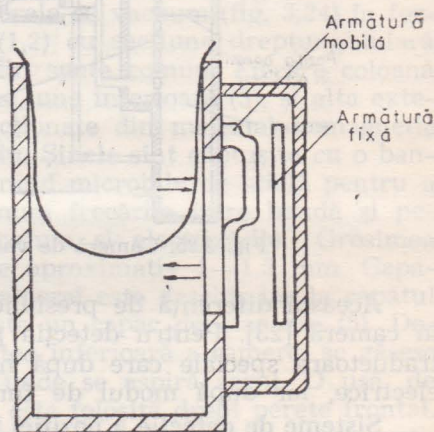


Fig. 3.27. Camera de vacuum cu traductor capacitiv.

Sistemele de detecție cu prisme optice impun ca unul din pereții laterali ai camerei de vacuum să fie o prismă optică de reflexie sau difuzie. Prismele optice au o construcție specială, care ridică o serie de probleme tehnologice pentru asigurarea unei transparențe perfecte și pentru micșorarea la minimum a refracției sau absorbției razelor de lumină. La un sistem cu prismă de difuzie (unitatea AMPEX TMA) (fig. 3.26) elementul de sesizare îl constituie o coloană de celule fotovoltaice cu siliciu montate pe fața interioară a capacului camerei. Curentul generat de coloana de celule este direct proporțional cu poziția benzii în cameră.

Sistemele de detecție capacitivă (fig. 3.27) sînt lineare și nu sînt sensibile la variații de temperatură, umiditate și presiune (unitatea Cipher 900X). Camerele de vacuum sînt mai late de aproximativ 7,5 cm pentru o manipulare ușoară a benzii și reducerea consumului de putere. Traductorul capacitiv are două armături, din care una este fixă și alta mobilă. În camera traductorului este de asemenea asigurată a subpresiune pentru ca presiunea atmosferică din partea superioară a camerei cu vacuum să poată modifica corespunzător forma armăturii mobile. Modificarea armăturii mobile va duce la variația capacității condensa-



torului realizându-se astfel măsurarea lungimii benzii în cameră cu vacuum.

*Sistemele discrete de detecție*, se bazează pe împărțirea camerei cu vacuum în zone și montarea la limita fiecărei zone a unei surse de lumină și a unui element de sesizare. Sursele de lumină sînt de obicei becuri cu incandescență sau diode luminescente, iar elemente de sesizare sînt celule fotovoltaice, fototranzistoare sau fotodiode, montarea lor efectuîndu-se în diverse variante. Ca și la sistemele de detecție continuă, bucla de bandă va întrerupe fluxul luminos între sursă și receptor permițînd astfel determinarea poziției acesteia în cameră. Semnalele obținute de la circuitele de sesizare sînt introduse într-o schemă logică, care va elabora, la ieșire, semnalele de zonă, care comandă funcționarea întregului sistem de reglare.

Zona A (fig. 3.28) constituie zona de echilibru. Dacă capătul buclei de bandă se găsește în această zonă motorul de rolă se frînează. Zonele B și C constituie primul grup de zone externe, existente la orice sistem cu dispoziție zonală (cel puțin doi senzori). În aceste zone motorul de role se accelerează în sensul introducerii benzii în zona de echilibru. Metoda împărțirii camerei în 3 zone este cea mai simplă împărțire zonală, întîlnindu-se la unitățile POTTER SC 1060 și oarecum modificată la MDS 2000.

În cazul folosirii a patru senzori (unitate POTTER 3427) vor apare zonele D și E (fig. 3.28). În zona A motorul se frînează. În zonele B sau C, cînd banda se mișcă în sens contrar zonei de echilibru motorul se accelerează în sensul aducerii ei în această zonă. Cînd banda se mișcă din zona B sau C spre zona de echilibru nu se aplică nici o tensiune asupra motorului de rolă, acesta mișcîndu-se inerțial. În zonele D sau E motorul de rolă se accelerează în sensul introducerii benzii în zona de echilibru.

Introducerea a mai mult de patru senzori constituie o primă etapă spre realizarea unei reacții tahometrice discrete. La aceste sisteme zona de echilibru și zonele extreme au aceleași funcțiuni ca la sistemele prezentate. În zonele mediane banda merge în regim accelerat cînd se mișcă în sens contrar zonei de echilibru. În aceste zone la mișcarea benzii spre zona de echilibru se măsoară timpul de parcurgere al zonei. Dacă acesta corespunde unei viteze mai mici de 20% din viteza cabestanului, mișcarea benzii se efectuează în regim accelerat, în caz contrar regimul este inerțial. Un astfel de sistem cu 12 senzori se întîlnește la derulorul STC 2400.

În fig. 3.22, a și fig. 3.29 se prezintă răspunsul sistemului în timp de o secundă în cazul folosirii unui număr diferit de senzori (2, 4, 12). Se constată o îmbunătățire substanțială a caracteristicilor răspunsului prin trecerea de la doi la patru senzori. Trecerea de la patru la mai mulți senzori nu îmbunătățește substanțial caracteristicile răspunsului. Răspunsurile au fost trasate pentru patru valori ale mărimii de comandă pentru a se ilustra influența acestui factor asupra sistemului. O mă-

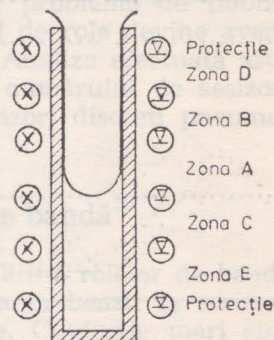


Fig. 3.28. Cameră de vacuum cu traductoare discrete.



rire a acestei tensiuni duce la îmbunătățirea răspunsului dar mărește puterea disipată de motoare, în anumite situații fiind necesară o ventilație forțată.

Pentru o analiză mai concludentă a sistemelor cu un număr mare de senzori nu mai este suficient răspunsul la variația treaptă a mărimii

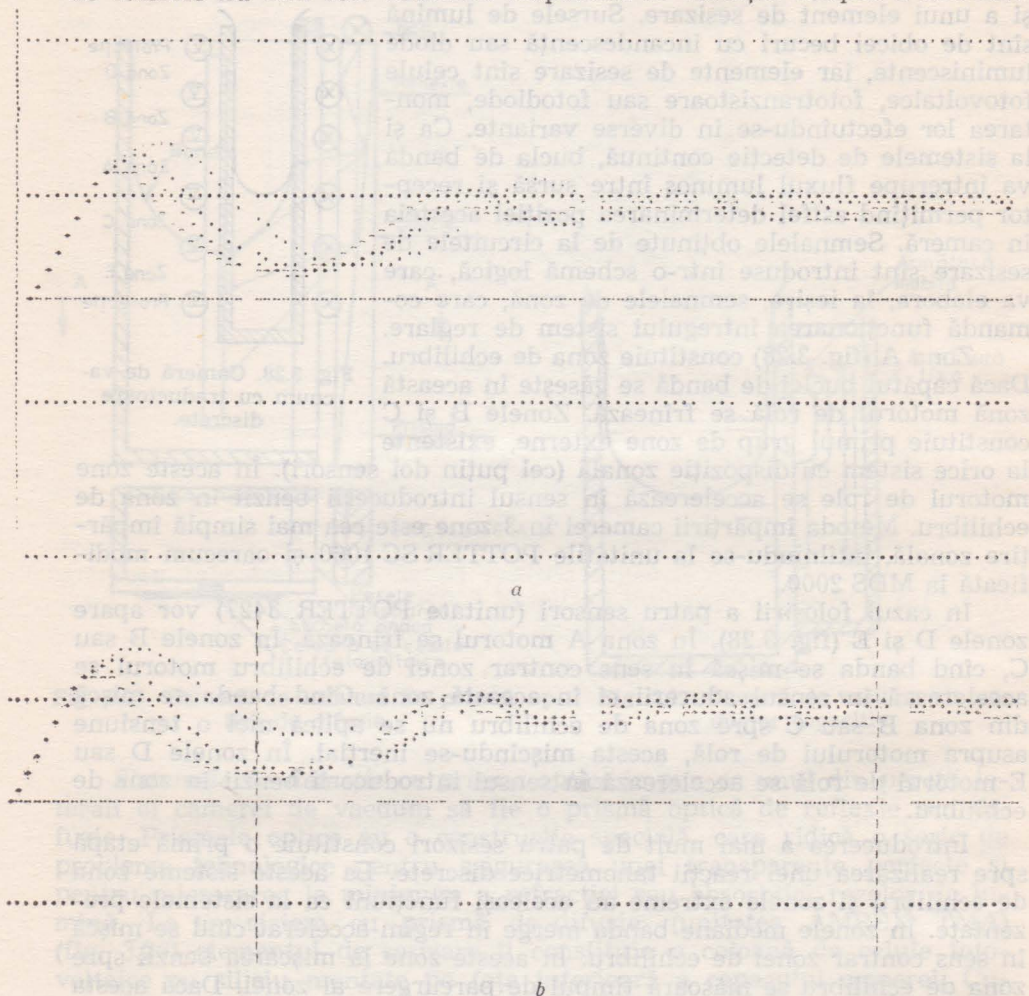


Fig. 3.29. Răspunsul sistemului:

a — cu 4 senzori; b — cu 12 senzori.

de perturbație (viteza cabestanului). În acest caz se preferă o funcție extremală stabilită din considerente fizice. Astfel cazul cel mai defavorabil va fi atunci când viteza cabestanului își schimbă sensul la intrarea buclei în zona de echilibru. Această funcție nu se întâlnește în funcționarea practică a derulorului din cauza caracteristicilor înregistrărilor în blocuri pe bandă magnetică, dar este foarte utilă în aprecierea sistemului de reglare automată a roletelor prin simulare. Prin analiza răspunsului sistemului la această funcție extremală se constată îmbunătă-



Rezultă totodată că numărul maxim de senzori care este util de montat la o cameră de vacuum este în jur de 12. În orice caz, amplasarea unui număr așa de mare de senzori în camera de vid ridică atât probleme tehnologice legate de montarea lor, cât și probleme de fiabilitate. De aceea adăugarea de tahometre în sistemul de role devine avantajoasă, realizându-se astfel și o reglare optimală. Analiza efectuată asupra împărțirii zonale a camerei cu vacuum și a numărului de senzori folosiți rămâne aceeași și în cazul utilizării de senzori discreți pneumatici în locul celor fotoelectrici.

### 3.5.2. Motoare pentru acționarea rolor de bandă

Condițiile speciale cerute motoarelor de acționare a rolor de bandă se referă la cuplurile mari necesare pentru mișcarea benzii la scriere/citire și la vitezele mari care apar la rebobinare. Cuplurile mari sînt necesare la mișcarea normală, înainte sau înapoi, din cauza timpilor de răspuns mici caracteristici acestor operații. În schimb, la rebobinare este admis un timp de răspuns mai mare, deci cuplu mai mic, dar apare condiția unei viteze mari. Motoarele de curent continuu sînt adecvate acestui tip de aplicație la care motorul funcționează în anumite cazuri la sarcini mari și viteze mici și în alte cazuri la sarcini mici și viteze mari [6].

*Motoarele bobinate* sînt folosite la unitățile de bandă magnetică de producție mai veche. Motoarele sînt mari și grele din cauza înfășurărilor ceea ce implică condiții speciale de prindere în platină. Datorită pierderilor magnetice, la întreruperea tensiunii, axul motorului va mai efectua o deplasare, ceea ce impune folosirea unor frîne electromecanice, care să asigure frînarea rapidă.

*Motoarele cu magneți permanenți* au un volum mai mic decît cele bobinate și din această cauză sînt mai ieftine. De asemenea caracteristicile lor dinamice permit o frînare rapidă ceea ce înlătură frînele suplimentare.

Pentru realizarea unor constante de cuplu variabile se folosesc motoare hibride. Aceste motoare au un cîmp produs de magneți permanenți și un cîmp produs de o înfășurare bobinată. Cuplul principal este produs de cîmpul datorat magneților permanenți. Cîmpul magnetic datorat înfășurării bobinate se poate aduna sau scădea la cîmpul principal ceea ce produce o variație a constantei de cuplu în raport 3÷1.

### 3.5.3. Schemele de comandă folosite în sistemul de reglare automată

Schemele de comandă folosite în sistemul de reglare a rolor de bandă depind substanțial de modul de realizare a dispozitivului tampon de bandă. La realizarea lor se întîlnesc o multitudine de variante constructive ceea ce ridică dificultăți în clasificare. Totuși se pot distinge scheme de comandă specifice dispozitivelor tampon cu brațe elastice și dispozitivelor tampon cu camere de vacuum. Din punctul de vedere al acționării motoarelor se disting scheme folosind ca elemente de



comandă tiristoare sau tranzistoare. De asemenea modul de prelucrare a informației permite o clasificare în scheme de comandă continue și scheme de comandă digitale [23], [27].

O variantă de realizare a *schemelor de comandă specifică unităților de viteză medie* (0,5—1,18 m/s) care are o caracteristică proporțio-

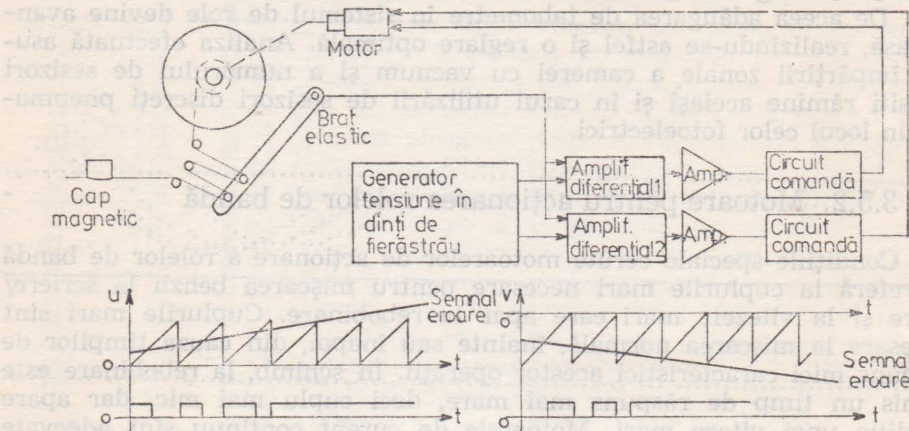


Fig. 3.30. Schemă de comandă pentru rolă de bandă cu braț elastic.

nală (fig. 3.30) [43] se bazează pe un amplificator diferențial la intrările căruia se aplică un semnal de eroare obținut de la traductorul cu braț elastic și un semnal care variază periodic, de obicei în dinți de fierăstrău.

Avantajos este faptul că amplificatorul diferențial este astfel proiectat încât are o zonă moartă pentru semnale mici, este linear cu semnalul de eroare pe o bandă mare și este saturat la valori mari ale acestuia. Semnalul de la amplificatorul diferențial este amplificat și aplicat circuitului de comandă a motorului. Este evident că unul din amplificatoare va avea un etaj în plus față de celălalt pentru a asigura comanda mișcărilor în ambele sensuri. Circuitele de comandă ale motorului sînt realizate cu tranzistoare. Avantajul principal al folosirii acestui sistem constă în aceea că cele două motoare (conectate la cele două role) sînt alimentate la timpi diferiți. Prin aceasta se realizează o eficiență analogă cu cea a unui amplificator în clasă C.

**Scheme de comandă pentru dispozitiv tampon cu traductor continuu și acționare cu tiristoare.** Are ca elemente de bază două amplificatoare operaționale IC cu o caracteristică PD, un amplificator diferențial și un amplificator final realizat cu tiristoare și alimentat de la o tensiune pulsatorie redresată (fig. 3.31). Semnalul obținut de la senzorul de bandă al dispozitivului tampon cu camere cu vacuum este aplicat amplificatorului operațional IC1. Cînd poziția benzii variază rapid, un semnal proporțional va apare la ieșirea amplificatorului IC1 care va fi aplicat prin R5 la amplificatorul IC2. La pornirea motorului înainte va apare o reacție prin R9 care va afecta amplificarea lui IC2 proporțional cu cuplul. Această reacție de curent va apare la mișcarea înapoi prin R12, la ieșirea amplificatorului IC2. Prin rezistențele de intrare ale trigereilor Schmidt se reglează zona de echilibru a camerei prevenindu-se ast-



fel oscilațiile. Când semnalul depășește zona moartă a unui trigger se va alimenta înfășurarea corespunzătoare a motorului, iar calea pentru celălalt sens va fi blocată. Mișcarea motorului este comandată de amor-sarea tiristoarelor T prin detectorii de nul. După stingerea tiristoarelor, diodele D1 și D2 preiau curentul prin motor, realizând astfel o protec-

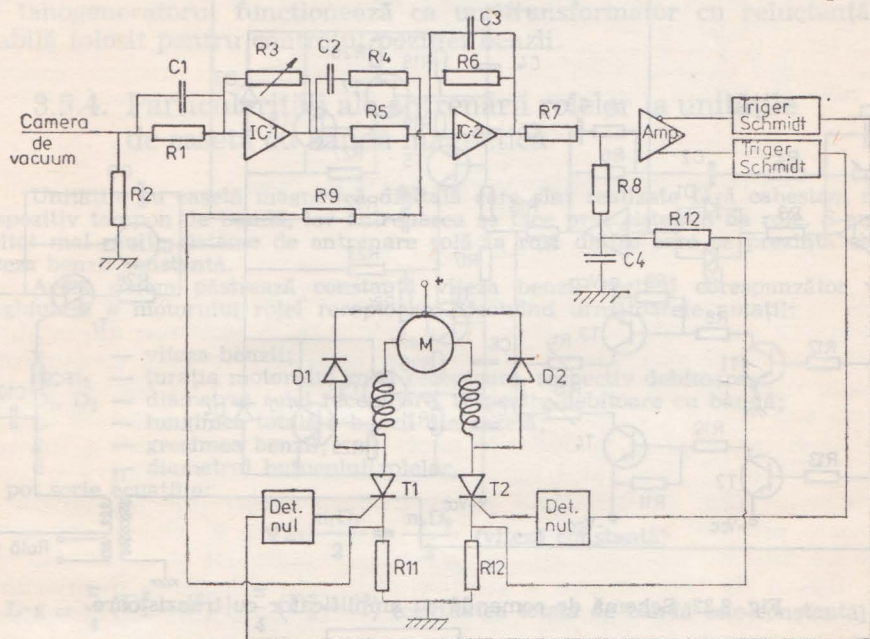


Fig. 3.31. Schemă de comandă cu amplificator cu tiristoare.

ție la supratensiunile inductive ce apar în acest moment. Această schemă se întâlnește la unitățile de tip AMPEX TM-9 care posedă frîne electro-mecanice pentru oprire rapidă.

**Schema de comandă cu tranzistoare.** Necesită pentru realizarea amplificatorului final un sistem de comandă mai simplu, are răspuns mai rapid și nu introduce paraziți în rețea. În schimb amplificatoarele cu tiristoare au un consum de putere mai mic, permit un reglaj mai simplu și sînt mai ieftine.

Din analiza schemei prezentate (fig. 3.32) se constată modul de realizare a unui amplificator cu tranzistoare. El este constituit dintr-un preamplificator urmat de un etaj de comandă cu dublă ieșire (T5, T6, T7, T9). Ieșirea din amplificator (T8, T10) asigură un semnal suficient pentru comanda înfășurărilor motorului. Dintre particularitățile schemei se pot distinge asigurarea frînării, și comenzile pentru operațiile de încărcare/descărcare.

Frînarea este asigurată de către un triac conectat pe înfășurarea motorului rolei. Un semnal de frinare apare simultan cu deconectarea tensiunii de comandă a motorului, fiind aplicat pe înfășurarea primară a transformatorului  $T_f$  și provocînd un impuls pozitiv în înfășurarea secundară. Acesta comandă poarta triacului Tr prin intermediul unui



filtru trece-jos realizându-se șuntarea înfășurării motorului. Schema prezentată se întâlnește la unitățile AMPEX-TMA.

Schema de comandă cu tahometru (fig. 3.33). Se întâlnește la unitățile PERTEC-T9640, la care camera de vacuum este împărțită în cinci

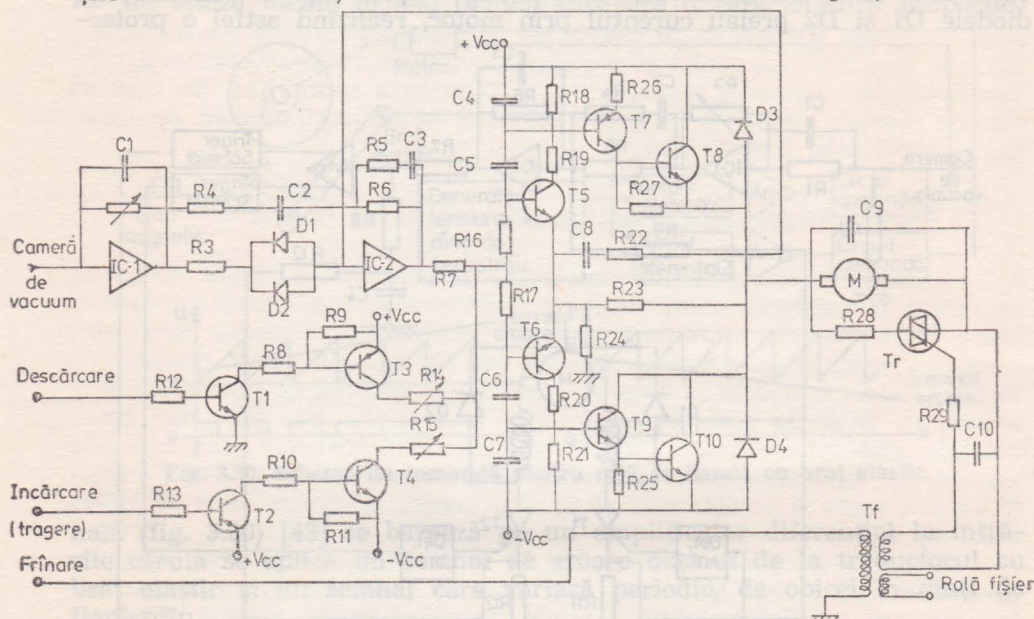


Fig. 3.32. Schemă de comandă cu amplificator cu tranzistoare.

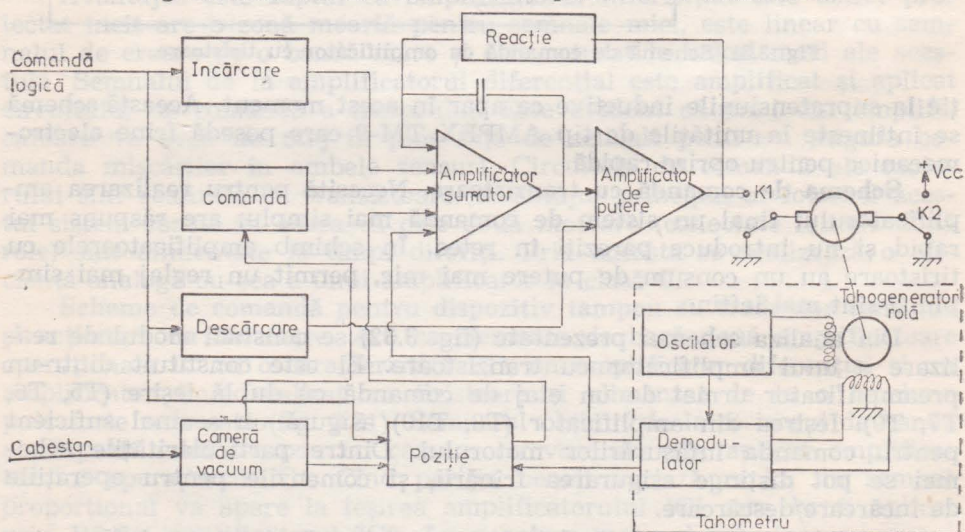


Fig. 3.33. Schemă de comandă cu tahometru.

zone (fig. 3.28). Se folosesc tahogeneratoare, de curent alternativ, eliminându-se astfel problemele legate de perii. Fiecare tahogenerator este montat la intrarea camerei cu vacuum respective, măsurând astfel vi-



teza benzii. Pentru obținerea unui semnal de curent continuu necesar reglării se folosește tehnica demodulării. Oscilatorul produce tensiunea de referință pentru înfășurările tahogeneratorului. La rotirea acestuia se produce un semnal modulat în amplitudine corespunzător cu viteza. Variațiile de amplitudine sînt sesizate de către demodulator. La oprirea sa tahogeneratorul funcționează ca un transformator cu reluctanță variabilă folosit pentru controlul poziției benzii.

### 3.5.4. Particularități ale antrenării rolor la unitățile de casetă cu bandă magnetică

Unitățile cu casetă magnetică digitală care sînt realizate fără cabestan, nu au dispozitiv tampon de bandă, iar antrenarea se face prin sistemul de role. S-au dezvoltat mai multe sisteme de antrenare rolă la rolă dintre care se prezintă cele cu viteză benzii constantă.

Acest sistem păstrează constantă viteza benzii reglînd corespunzător viteza unghiulară a motorului rolei receptoare. Efectuînd următoarele notații:

- $v$  — viteza benzii;
- $n_1, n_2$  — turația motorului rolei receptoare, respectiv debitoare;
- $D_1, D_2$  — diametrul rolei receptoare, respectiv debitoare cu bandă;
- $L$  — lungimea totală a benzii din casetă;
- $g$  — grosimea benzii;
- $d$  — diametrul butucului rolor,

se pot scrie ecuațiile:

$$V = \frac{n_1 D_1}{2} = \frac{n_2 D_2}{2} \quad (\text{viteză constantă}) \quad (3.13)$$

$$L \cdot g = \frac{\pi}{4} (D_1^2 - d^2) + \frac{\pi}{4} (D_2^2 - d^2) \quad (\text{cantitatea totală de bandă este constantă}) \quad (3.14)$$

Prelucrînd aceste ecuații se poate obține:

$$V = \frac{K \cdot n_1 \cdot n_2}{2\sqrt{n_1^2 + n_2^2}} \quad (3.15)$$

unde  $K$  reprezintă o constantă a sistemului:  $K^2 = 2d^2 + \frac{4L \cdot g}{\pi}$

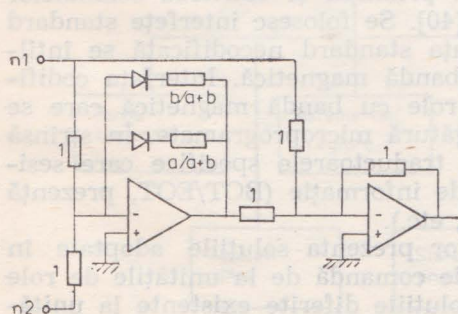


Fig. 3.34. Schemă de realizare a funcției de eroare.

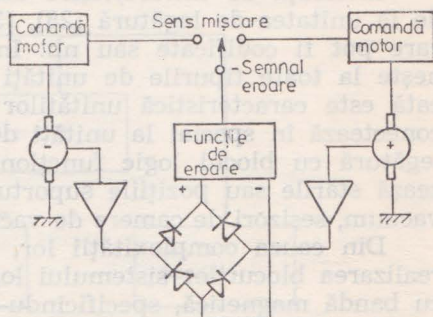


Fig. 3.35. Schemă de reglare a vitezei la o unitate de casetă magnetică.

Pe baza relației obținute se poate realiza un sistem de reglare avînd funcția de eroare cunoscută. Turațiile motoarelor sînt măsurate simplu pe baza tensiunilor lor contraelectromotoare. Din cauza neliniarității funcției de eroare realizarea ei



este oarecum dificilă. Folosirea multiplicatoarelor este costisitoare și introduce erori destul de mari. De aceea se preferă o aproximație lineară realizată cu amplificator operațional, (fig. 3.34) de tipul:  $n_1 + \frac{a}{a+b}(n_2 - n_1) = n_1 + \frac{b}{a+b}(n_2 - n_1) = \frac{a \cdot b}{a+b}$ , în care  $a$  și  $b$  se aleg astfel încât să reprezinte curba  $n_1 \cdot n_2 / \sqrt{n_1^2 \cdot n_2^2}$ .

La implementarea schemei se folosește același tip de motor pentru ambele role (fig. 3.35). Sensul de mișcare se inversează prin schimbarea modului de aplicare a semnalului de eroare. Sistemul prezentat poate controla și tensiunea în bandă prin reglarea turației motorului rolei debitoare invers proporțional cu diametrul acesteia. Prin utilizarea acestui sistem se asigură ca variația de viteză să nu depășească  $\pm 5\%$ .

### 3.6. Sistemul logic și comenzi speciale

#### 3.6.1. Funcțiuni și schema bloc

Sistemul logic de comandă prelucrează informațiile primite de către unitatea de bandă magnetică, prin interfață la unitatea de legătură sau prin comenzi manuale de la panou și activează în mod corespunzător toate celelalte sisteme. De asemenea sistemul logic de comandă controlează activitatea traductoarelor specifice (inceput sau sfârșit de bandă, protecție fișier, etc.) și ia deciziile necesare bunei funcționări a întregii unități. În cadrul sistemului logic de comandă se disting câteva blocuri caracteristice (fig. 3.36). Blocul de realizare a mișcărilor acționează la comenzile primite de la interfață sau de la panou și elaborează semnalele de mișcare necesare atât în privința sensului cit și a mărimii vitezei. Blocul de semnalizare a stărilor stabilește selectarea derulorului, modul său de lucru (manual sau automat) și determinarea condițiilor de avarie. Blocul de comenzi pentru încărcare/descărcare asigură desfășurarea corectă a acestor operații în strînsă legătură cu sistemul de reglare a rolor. Tot din sistemul logic de comandă fac parte panoul și interfața cu unitatea de legătură. Panoul de comandă are butoane pentru inițiere de operații în mod manual și indicatoare luminoase pentru semnalizarea principalelor stări (încărcat, automat, protecție fișier).

Interfața de intrare/ieșire asigură primirea și emiterea semnalelor de la unitatea de legătură [28], [39], [40]. Se folosesc interfețe standard care pot fi codificate sau nu. Interfața standard necodificată se întâlnește la toate tipurile de unități de bandă magnetică. Interfața codificată este caracteristică unităților de role cu bandă magnetică care se conectează în special la unități de legătură microprogramate. În strînsă legătură cu blocul logic funcționează traductoarele specifice care sesizează stările sau pozițiile suportului de informație (BOT/EOT, prezență vacuum, senzori de camere de vacuum, etc.).

Din cauza complexității lor, se vor prezenta soluțiile adoptate în realizarea blocurilor sistemului logic de comandă de la unitățile de role cu bandă magnetică, specificîndu-se soluțiile diferite existente la unitățile de cartuș sau casetă magnetică. Variantele de implementare ale sistemului de comandă sînt diverse acoperind întreaga gamă de circuite logice existente. Există în funcționare unități al căror sistem logic este realizat cu circuite integrate pe scară mică (porți și bistabili). Ultimele tipuri apărute au sistemul logic de comandă integrat cu părțile logice



din sistemele de reglare a rolor și cabestanului și realizat pe baza utilizării unui microprocesor. Prin aceasta se compactizează întreaga parte de comandă realizându-se astfel o simplitate constructivă. Schemele de

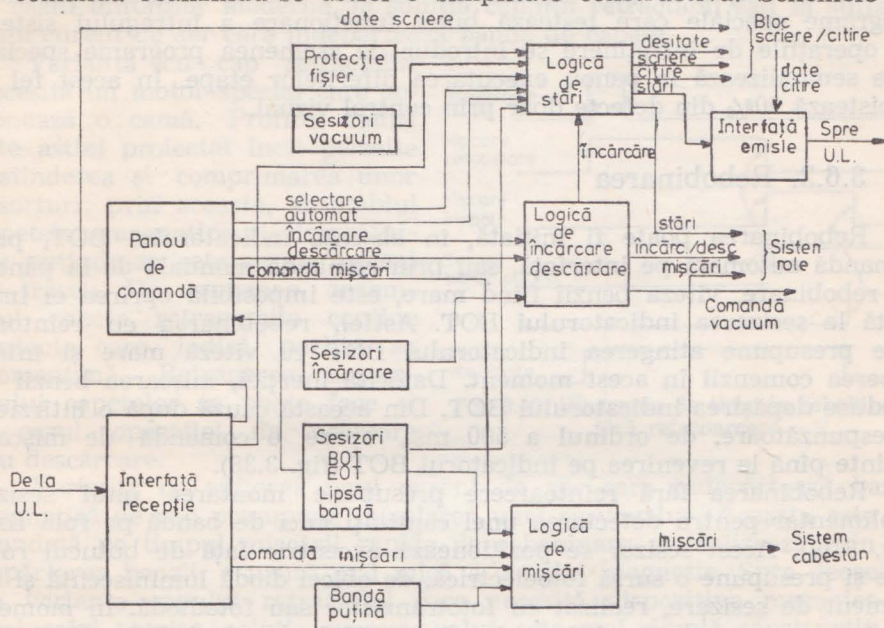


Fig. 3.36. Schema bloc a sistemului logic.

utilizare a microprocesoarelor sînt cele clasice, iar setul de programe constituie proprietatea firmelor producătoare [17].

O schemă a unui sistem de comandă cu microprocesor ZILOG80 pentru unitatea de bandă magnetică Cipher 900X este dată în fig. 3.37.

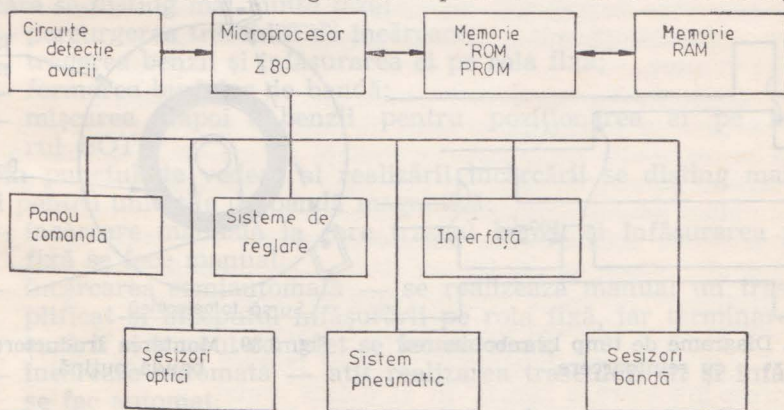


Fig. 3.37. Schema sistemului logic cu microprocesor.

Utilizarea microprocesorului rezolvă simplu problemele de încărcare și descărcare și asigură o tratare unitară a avariilor. De asemenea toți senzorii folosiți sînt pe principii fotoelectrice ceea ce permite o conec-



tare ușoară cu microprocesorul. Dar marele avantaj îl constituie programele speciale de autodiagnoză și întreținere din memoriile ROM sau PROM. În timpul în care unitatea nu execută alte operații sînt parcurse programe speciale care testează buna funcționare a întregului sistem. La operațiile de întreținere se introduc de asemenea programe speciale care semnalizează la panou executarea diferitelor etape. În acest fel se depistează 90% din defecte doar prin control vizual.

### 3.6.2. Rebobinarea

Rebobinarea poate fi inițiată, în absența indicatorului BOT, prin comandă automată pe interfață, sau prin comandă manuală de la panou. La rebobinare, viteza benzii fiind mare, este imposibilă oprirea ei imediată la sesizarea indicatorului BOT. Astfel, rebobinarea cu reîntoarcere presupune atingerea indicatorului BOT cu viteză mare și întreruperea comenzii în acest moment. Datorită inerției, mișcarea benzii va produce depășirea indicatorului BOT. Din această cauză după o întârziere corespunzătoare, de ordinul a 500 ms., apare o comandă de mișcare înainte pînă la revenirea pe indicatorul BOT (fig. 3.38).

Rebobinarea fără reîntoarcere presupune montarea unui senzor suplimentar pentru detectarea unei cantități mici de bandă pe rola fixă. (fig. 3.39). Acest senzor se poziționează excentric față de butucul rolei fixe și presupune o sursă fotoelectrică, de obicei diodă luminiscentă și un element de sesizare, realizat cu fototranzistor sau fotodiodă. În momentul în care raza de lumină devine tangentă la banda înfășurată pe rola fixă, ea atinge senzorul și emite un semnal ce permite comutarea vitezei mari pe viteză normală. Comutarea vitezei nu este bruscă, ci se realizează lin prin mișcare inerțială (fig. 3.40). Comanda de mișcare

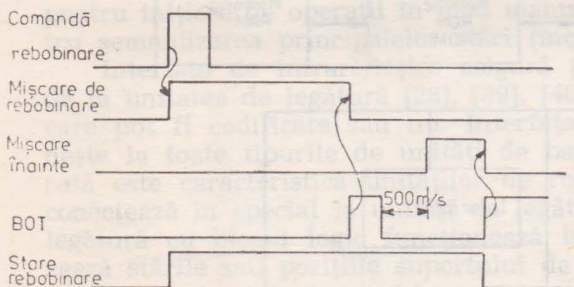


Fig. 3.38. Diagrame de timp la rebobinarea cu reîntoarcere.

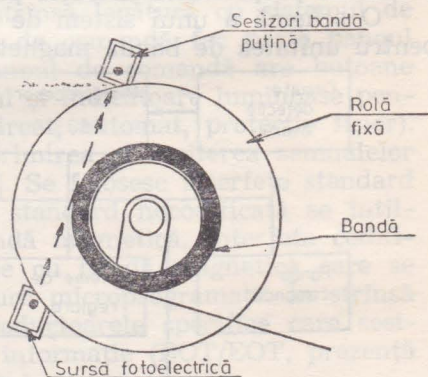


Fig. 3.39. Montarea traductorului de bandă puțină.

înapoi asigură deplasarea benzii pînă la sesizarea indicatorului BOT, în acest caz realizîndu-se simplu oprirea.

Din analiza celor două moduri de realizare a rebobinării se constată că varianta a doua este mai rapidă, dar necesită un traductor suplimentar.



O altă problemă legată de rebobinare este frecarea mare ce apare în acest caz între capete și bandă. Pentru înlăturarea acestora se recurge în cazul unităților moderne, la soluția capului retractabil sau la suflarea unui curent de aer care îndepărtează banda de capete.

Varianta cu cap retractabil necesită un motor special care acționează o camă. Profilul camei este astfel proiectat încât permite destinderea și comprimarea unor resorturi; prin aceasta, ansamblul capetelor magnetice și desprăfuiitor putîndu-se retrage și reveni pe traseu. De asemenea, ansamblul capete retractabile conține contacte care indică poziția sa momentană. Retragerul ansamblului capetelor se poate face și în cazul operației de încărcare sau descărcare.

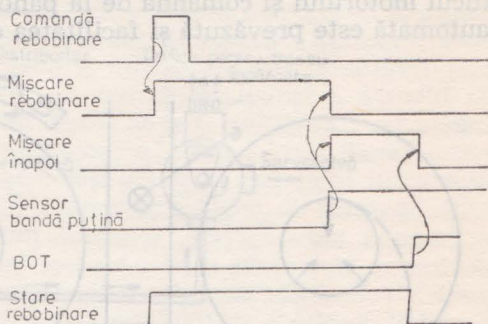


Fig. 3.40. Diagrame de timp la rebobinarea fără reîntoarcere.

Varianta cu suflarea unui curent de aer care îndepărtează banda magnetică de cap presupune instalarea unei servovalve. Aceasta este comandată pe timpul mișcării rapide de rebobinare și realizează prin îndepărtarea benzii, o uzură mai mică a capului magnetic. Spre deosebire de varianta capului retractabil care necesită dispozitive mecanice cu prelucrări precise, soluția cu servovalvă este mai simplă constructiv.

### 3.6.3. Încărcarea și descărcarea

Înainte oricărei operații ce poate fi realizată în mod local sau automat trebuie îndeplinită secvența de încărcare. Pe parcursul operației de încărcare se disting mai multe faze:

- parcurgerea traseului de încărcare;
- tragerea benzii și înfășurarea ei pe rola fixă;
- formarea buclelor de bandă;
- mișcarea înapoi a benzii pentru poziționarea ei pe indicatorul BOT.

Din punctul de vedere al realizării încărcării se disting mai multe soluții pentru unitățile de bandă magnetică:

- încărcare manuală la care traseul benzii și înfășurarea pe rola fixă se face manual;
- încărcarea semiautomată — se realizează manual un traseu simplificat și începutul înfășurării pe rola fixă, iar terminarea înfășurării și traseul complet se fac automat;
- încărcare automată — atât realizarea traseului, cât și înfășurarea se fac automat.

În cazul încărcării automate există situații în care, din diverse cauze, aceasta nu reușește de prima dată. De regulă se efectuează, tot automat, o nouă tentativă de încărcare, iar în caz de eșec se abandonează complet operația. Pentru mărirea probabilității de reușită a încărcării, în jur de 98%, rola fișier de bandă este închisă într-un inel special denumit inel



de încărcare. Unele tipuri de unități mai perfecționate realizează automat și blocarea rolei fișier de bandă pe butucul motorului de antrenare. De asemenea există unități la care fereastra de acces la role se închide automat, singurele operații manuale rămânând poziționarea rolei pe butucul motorului și comanda de la panou. La o serie de unități cu încărcare automată este prevăzută și facilitatea capului retractabil.

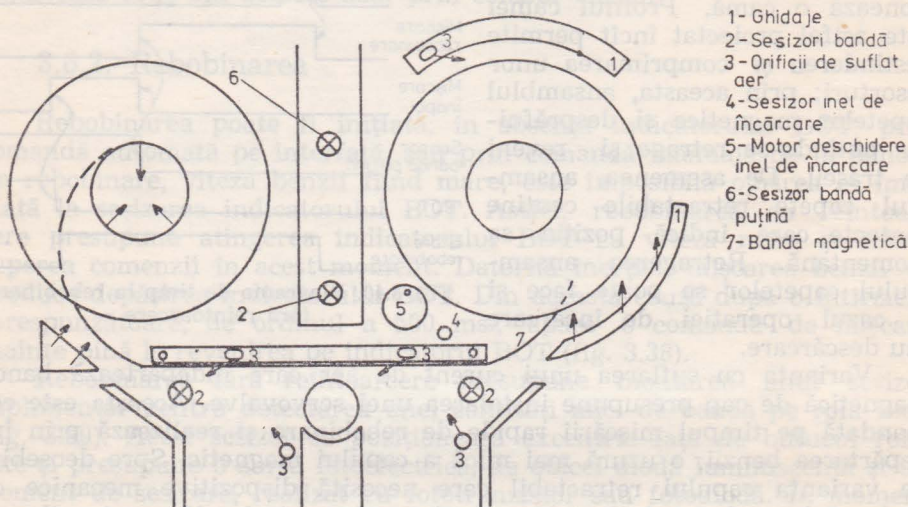


Fig. 3.41. Traseul de încărcare a benzii:

Se prezintă, în continuare, modul de realizare a fazelor încărcării și implicațiile acestora pentru o unitate de role cu bandă magnetică la care această operație se realizează complet automat. Pentru celelalte tipuri de încărcări problemele se simplifică, lipsind dispozitivele specifice fazelor care se execută manual. Unitățile de bandă magnetică cu încărcare automată permit bineînțeles încărcări manuale, eventual prin schimbări minime.

Pentru realizarea încărcării automate trebuie asigurat un *traseu special* pe care se montează o serie de senzori suplimentari (fig. 3.41). Pe acest traseu se află de asemenea ghidaje și orificii de suflare a aerului (în sensul indicat de săgețile din figură). Necesitatea de suflare a aerului impune anumite modificări ale sistemului pneumatic. Față de un *sistem pneumatic* obișnuit care trebuie să asigure vacuumul din camerele dispozitivului tampon și un curent de aer pe ghidaje, cel de la unitățile cu încărcare automată funcționează în două regimuri de lucru. În primul regim care durează pe timpul realizării traseului și a executării tragerii benzii, sistemul pneumatic asigură curenți de aer pentru deplasarea corespunzătoare a benzii. În al doilea regim de lucru care începe o dată cu formarea buclelor și continuă pe timpul funcționării normale, rolul sistemului pneumatic este același ca și la celelalte variante. Comutarea celor două regimuri de lucru ale sistemului pneumatic se efectuează prin acționarea unor servovalve (fig. 3.42). Se constată că în poziția prezentată, curenții de aer creați de pompă sînt îndreptați spre orifi-



ciile traseului și rolei fixe pentru formarea unei perne de aer care va conduce capătul benzii de rola fișier spre rola fixă. Elementul de bază al sistemului pneumatic îl constituie o pompă de vacuum centrifugală acționată de un motor de curent alternativ prin intermediul unei trans-

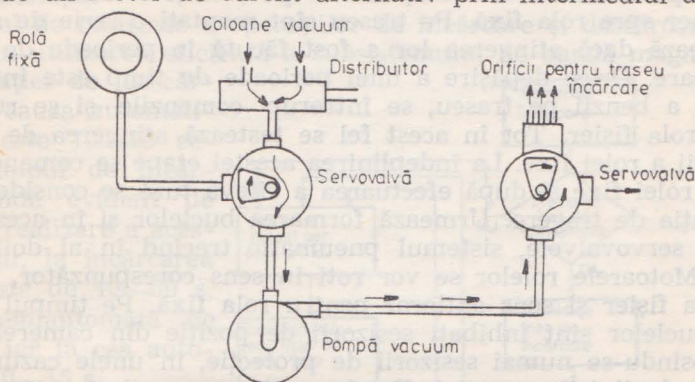


Fig. 3.42. Schemă simplificată a sistemului pneumatic.

misii prin curea pentru realizarea unor turații foarte mari (de ordinul a 10 000 rot/min). Comanda motorului este realizată printr-un triac înlăturându-se dezavantajele comutatoarelor electromecanice care au fiabilitate mai scăzută și introduc paraziți.

În ultimul timp au început să se utilizeze în locul pompelor de mare viteză, pompe cu mai multe etaje. Astfel se înlătură transmisiile cu curele, se realizează un consum mai mic de putere și o funcționare foarte silențioasă.

În sistemul pneumatic se găsește de asemenea un distribuitor care asigură legătura pompei cu camerele cu vacuum, având și rolul de rezervor de amortizare (sau tampon). Acest distribuitor permite ajustarea subpresiunii în camerele cu vacuum la nivelul de 600—700 mm coloană de apă. Pentru comutarea curenților de aer pot fi folosite una sau două servovalve (fig. 3.42).

Elementul principal în schema logică a blocului de încărcare descărcare îl constituie un numărător cu mai multe etaje. Acest numărător stabilește momentele de timp la care se controlează îndeplinirea fiecărei etape a încărcării. El poate fi comandat de un generator de tact autonom, sau de un generator dependent de funcționarea dispozitivelor electromecanice. În acest caz soluția cea mai des utilizată este montarea pe rola fixă a unui element fotoelectric care generează un număr de impulsuri la fiecare tură. Acest element este poziționat în spatele rolei fixe, iar pe aceasta sînt prevăzute un număr de fante. Elementul fotosensitiv este normal obturat, iar la trecerea unei fante emite un semnal. Realizarea acestui mod de generare a impulsurilor de tact are avantajul unei legături intime între viteza de efectuare a etapelor încărcării și emiterea comenzilor corespunzătoare.

Pentru descrierea succintă a etapelor încărcării automate se va utiliza organigrama acestei operații (fig. 3.43) cu referiri la elementele traseului (fig. 3.41). Încărcarea este inițializată manual prin comandă de la panou. Se testează dacă rola fișier este montată cu inel de încărc-



care, iar în caz pozitiv se comandă un motor special pentru deschiderea sa. După îndeplinirea acestei etape, se începe suflarea curenților de aer prin orificiile traseului și rotirea motorului rolei fișier în sens orar. În acest fel capătul benzii este desprins de pe rolă și este îndreptat de curenții de aer spre rola fixă. Pe traseu sînt montați o serie de senzori și se controlează dacă atingerea lor a fost făcută în perioada de timp corespunzătoare. Orice depășire a unei perioade de timp este interpretată ca blocare a benzii pe traseu, se întrerup comenzile și se reînfășoară banda pe rola fișier. Tot în acest fel se testează atingerea de către capătul benzii a rolei fixe. La îndeplinirea acestei etape se comandă rotirea motorului rolei fixe și după efectuarea a cîteva ture se consideră terminată operația de tragere. Urmează formarea buclelor și în acest scop se acționează servovalvele, sistemul pneumatic trecînd în al doilea regim de lucru. Motoarele rolor se vor roti în sens corespunzător, sens orar pentru rola fișier și sens antiorar pentru rola fixă. Pe timpul realizării formării buclelor sînt inhibați senzorii de poziție din camerele cu vacuum, folosindu-se numai senzorii de protecție, în unele cazuri, pentru controlul îndeplinirii operației. După un timp se activează toți senzorii și se verifică terminarea formării buclelor. Nerealizarea formării la timp duce la oprirea sistemului pneumatic și revenirea benzii pe rola fișier. Dacă formarea buclelor, a reușit se consideră încărcarea terminată și se semnalizează la panou. Pentru aducerea benzii pe indicatorul BOT, se elaborează o comandă de mișcare înapoi. Odată cu poziționarea benzii pe BOT tot ciclul de încărcare se consideră terminat.

În cazul unei opriri a încărcării și a readucerii benzii pe rola fișier se analizează posibilitatea de reluare a operației. Dacă încărcarea nereușită a fost prima încercare se reia automat tot ciclul, în caz contrar se abandonează operația. De obicei facilitatea de reluare automată este legată de prezența inelului de încărcare.

Operația de descărcare este inversă încărcării, banda fiind înfășurată în final pe rola fișier. Marea majoritate a unităților în funcțiune în prezent au prevăzută realizarea automată a acestei operații. Diversele facilități care le posedă unitățile pentru încărcare automată sînt utilizate corespunzător și la descărcare.

Operația de descărcare poate fi inițiată în două cazuri, prin comanda de la panou și prin comandă pe interfață. La comanda prin interfață unitatea este trecută în mod de lucru local. La ambele tipuri de comandă dacă banda magnetică nu este poziționată pe indicatorul BOT se lansează mai întîi o operație de rebobinare, astfel că descărcarea propriu-zisă începe de la acest indicator. Operația se realizează în următoarele etape: se oprește funcționarea sistemului pneumatic, iar motoarele de role se rotesc invers față de tragere. Controlul operației de descărcare se face fie prin măsurarea timpului, fie prin indicațiile de poziție a benzii pe care le dau senzorii, montați pe traseu. Odată cu terminarea descărcării se închide inelul de încărcare și se deblochează rola fișier de pe axul motorului. De asemenea în timpul descărcării, ansamblul capetelor magnetice poate fi retras de pe traseu.

Se remarcă faptul că la etapele propriu-zise din operațiile de încărcare sau descărcare nu intervine cabestanul. Aceasta este soluția de la majoritatea unităților deoarece realizarea constructivă a traseului și a



sistemului de reglare automată a rolor permite efectuarea corectă a acestor operații. Totuși la unele unități se asigură pe timpul formării buclelor o ușoară mișcare cabestanului cu scopul de a îndeplini mai rapid această etapă.

Timpul de realizare a operațiilor de încărcare și descărcare are importanță în utilizarea eficientă a subsistemului de bandă magnetică. Durata operației de descărcare, din cauza automatizării ei, este 10—15 secunde. Timpul de încărcare depinde evident de modul de realizare a acestei operații, la încărcarea manuală este de 40—50 s, la cea semiautomată de 15—25 s, iar la cea automată de 10—15 s.

În cazul unor descărcări accidentale, datorită unor avarii sau a întreruperii tensiunii de alimentare, banda rămâne pe traseu. În acel caz pentru realizarea încărcării se întâlnesc două soluții. Prima constă în efectuarea completă a întregului ciclu de încărcare, dar care se execută în altă configurație inerțială decât cea pentru care a fost proiectat sistemul (rola fixă goală, rola fișier plină). De aceea la multe unități este prevăzută și o altă soluție la care în cazul că buclele sînt în camere se pornește sistemul pneumatic asigurîndu-se vacuumul necesar. Aceasta economisește timp și nu conduce la încărcări cu regim inerțial schimbat.

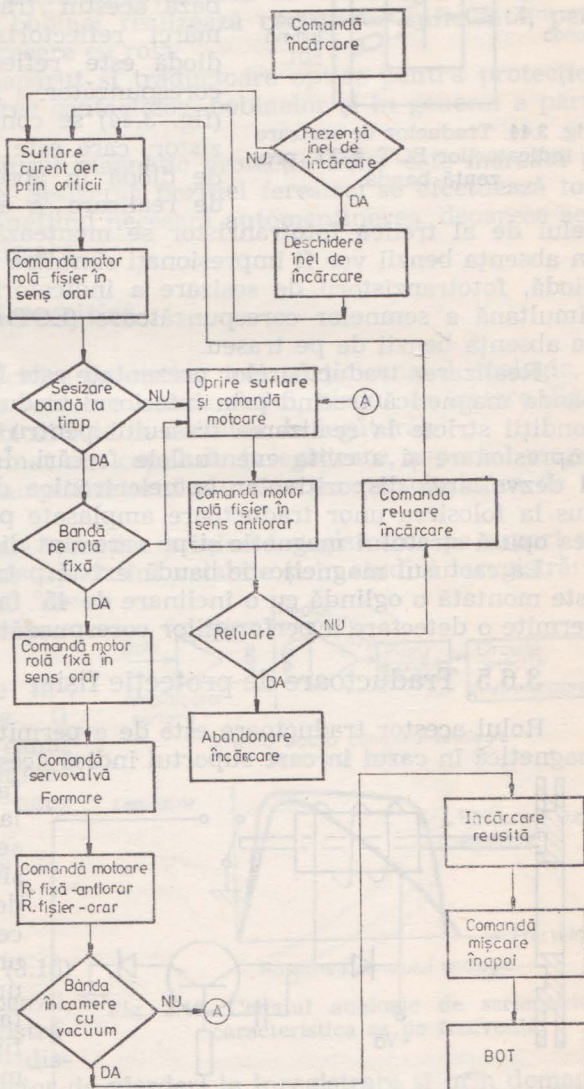


Fig. 3.43. Organigrama operației de încărcare.

O altă problemă rezolvată prin încărcare și descărcare automată este contaminarea benzilor magnetice. La operațiile manuale, murdărirea capătului benzii produce murdărirea ghidajelor și capetelor, ceea ce reprezintă o sursă de erori în exploatarea întregii benzi.



### 3.6.4. Traductoarele de început și sfârșit de bandă

La deruloarele de bandă magnetică detectarea indicatorilor BOT și EOT se face prin reflexie. O sursă de lumină, de obicei dioda luminiscentă, și două fototranzistoare constituie baza acestui traductor.

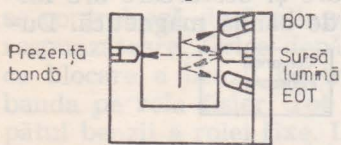


Fig. 3.44. Traductor de sesizare a indicatorilor BOT, EOT, prezență bandă.

La sesizarea unei mărci reflectorizante, lumina produsă de diodă este reflectată spre fototranzistorul corespunzător. La traductorul prezentat (fig. 3.44) se constată și al treilea fototranzistor, care este comandat de lumina emisă de diodă în absența benzii. La alte soluții de realizare a acestui traductor, în locul

celui de al treilea fototranzistor se montează tot o diodă luminiscentă. În absența benzii vor fi impresionați simultan de lumina emisă de această diodă, fototranzistorii de sesizare a indicatorilor BOT și EOT. Apariția simultană a semnelor corespunzătoare (EOT și BOT) va fi interpretată ca absența benzii de pe traseu.

Realizarea traductoarelor prezentate este făcută într-un bloc compact, banda magnetică trecând prin interiorul traductorului. Acest fapt implică condiții stricte la realizarea traseului pentru păstrarea dimensiunilor de impresionare și a evita eventualele frecări. Înlăturarea acestora precum și dezvoltarea dispozitivelor optoelectronice de mică dimensiune a condus la folosirea unor traductoare amplasate pe o singură parte a benzii, cea opusă straturii magnetice și pe care sînt dispuse foliile reflectorizante.

La cartușul magnetic pe bandă există patru indicatori, iar în interior este montată o oglindă cu o înclinare de  $45^\circ$  față de traseul benzii ceea ce permite o detectare a perforațiilor corespunzătoare pe principiul reflexiei.

### 3.6.5 Traductoare de protecție fișier

Rolul acestor traductoare este de a permite sau nu scrierea pe bandă magnetică în cazul în care suportul indică acest lucru. Cu ajutorul acestei

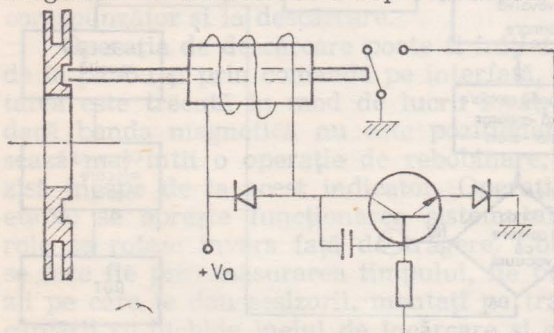


Fig. 3.45. Traductor de protecție fișier cu reținere electromagnetică.

facilități care se întâlnește la toate tipurile de unități se realizează o protecție simplă a informațiilor, față de ștergeri accidentale. Orice încercare de lansare a unei operații de scriere pe un derulor la care este montat un suport în protecție fișier va fi tratată ca o comandă inexistentă.

La rola cu bandă magnetică, protecția la scriere este realizată prin absența inelului de pe spatele rolei fișier. Rolul traductorului de protecție fișier este de a sesiza prin intermediul unui palpator absența inelului și de a realiza automenținerea acestuia pentru a evita frecările în timpul



funcționării. Punerea sau scoaterea inelului de protecție fișier nu se poate efectua decât prin demontarea rolei fișier. Modul de reținere poate fi realizat pneumatic sau cel mai des electromagnetic (fig. 3.45).

Traductoarele de protecție fișier de tip electromagnetic sînt simple constructiv realizînd automenținerea prin intermediul unei bobine la care palpatorul constituie miezul de fier. Poziția palpatorului, determinată de prezența sau absența inelului, acționează un contact care asigură alimentarea bobinei. Forța bobinei realizează retragerea suficientă, pentru a se preîntîmpina orice frezare cu rola.

În ultimul timp au apărut și traductoare optice pentru protecție fișier care asigură eliminarea contactelor, bobinelor și în general a părților mecanice în mișcare.

La caseta sau la cartușul magnetic protecția fișier este marcată prin deschiderea unei ferestre. Sesizarea poziției ferestrei se efectuează tot cu un palpator, în acest caz nefiind necesară automenținerea, deoarece acesta nu atinge elemente în mișcare.

### 3.7. Lanțul de scriere-citire

În lanțul de scriere/citire se disting trei părți: canalul analogic, circuitele de egalizare și de refacere a semnalului, blocul de tratare digitală a înregistrării (care de obicei este în unitatea de legătură).

Canalul analogic format din capul de înregistrare, suportul magnetic și capul de citire cu preamplificatorul său care au caracteristica de frecvență din fig. 3.46.

Desigur că problemele teoretice privind înregistrarea pe suport magnetic prezentate în cadrul cap. 2 sînt valabile și în studiul înregistrării pe bandă magnetică astfel că nu se va mai reveni asupra relațiilor prezentate.

Întregul proces de înregistrare/redare poate fi descris teoretic de un canal linear de transmisie a informației cu un răspuns normalizat de tipul:

$$E(\omega) \cong j \frac{v \cdot \omega}{d(\omega)} \cdot (1 - e^{-\frac{d(\omega)}{v}}) \cdot e^{-\frac{(a+f)\omega}{v}} \quad (3.16)$$

unde  $v$  este viteza benzii,  $d$  — profunzimea înregistrării,  $\omega$  — pulsația,  $a$  — distanța cap bandă,  $f$  — factor de pierderi la înregistrare și prin demagnetizare [32], [34]. Se poate considera  $a+f$  ca un factor de pierderi. Din această relație se observă că pentru frecvențe joase se poate considera  $E(\omega) \approx j\omega$  ceea ce corespunde cu porțiunea inițială lineară a caracteristicii din fig. 3.46, în timp ce partea căzătoare a acestei caracteristici se datorește influenței pierderilor.

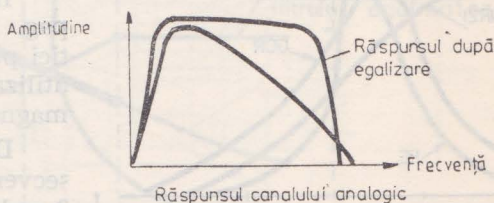
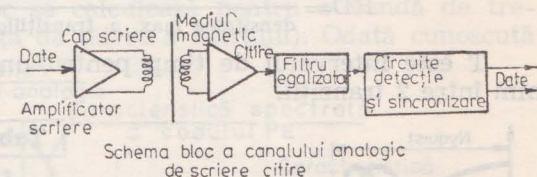


Fig. 3.46. Canalul analogic de scriere/citire și caracteristica sa de frecvență.



Pentru refacerea la citire a semnalului inițial este necesară folosirea unor circuite de egalizare a caracteristicii de amplitudine — frecvență (egalizarea are un rol important și pentru compensarea deplasărilor de fază). Această egalizare este foarte greu de îndeplinit pe întreaga gamă de frecvențe astfel că în practică se face numai pe banda de frecvență cerută de spectrul codului utilizat. Lărgimea de bandă a filtrului egalizator este de altfel limitată și de problema zgomotului a cărui putere este proporțională cu rădăcina pătrată a lărgimii benzii. La înregistrările de mare densitate spectrul de zgomot este dominat de cel al ansamblului cap de citire-preamplificator și de cel al mediului de înregistrare. Pe lângă aceste surse necorelate de zgomot mai apar și surse de zgomot corelat, ca de exemplu interferența între piste alăturate sau între capul de scriere și cel de citire („cross talk“). Variația parametrilor canalului analogic, împreună cu zgomotul, limitează banda de frecvență a sistemului ceea ce se traduce în fapt cu o limitare a densității de înregistrare.

La un canal analogic cu caracteristici deja cunoscute se pune problema alegerii codului de modulare a canalului. Problema de bază constă în creșterea densității de înregistrare fără a interveni cu îmbunătățiri asupra parametrilor fizici ai mediului de înregistrare sau ai capetelor magnetice și evident păstrând aceiași rată de erori. Alegerea unui nou cod nu trebuie să agraveze condițiile de înregistrare prin fenomenul de apropiere a tranzițiilor („bit crowding“) ca urmare a creșterii densității.

Codurile utilizate la înregistrările magnetice se definesc în general prin raportul de cod (RD), care este raportul între numărul de biți ( $m$ ) al unui grup de date și numărul de biți ( $n$ ) în care s-a convertit acest grup, precum și prin eficiența codului (raportul densității).

$$RD = \frac{\text{densitatea datelor}}{\text{densitatea max. a tranzițiilor}} = \frac{T_{\min}}{T}, \text{ unde}$$

$T$  este intervalul de timp pentru un bit iar  $T_{\min}$  — intervalul minim între 2 tranziții.

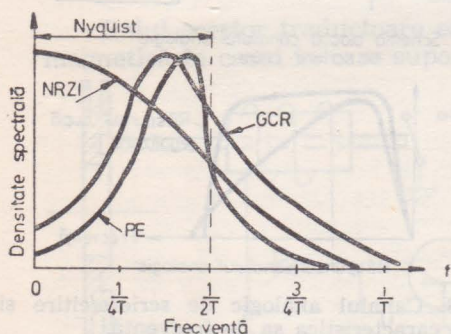


Fig. 3.47. Densitatea spectrală pentru codurile NRZI, PE și GCR.

(unde  $T$  este intervalul pentru un bit) la care se asigură refacerea semnalului din toate componentele spectrale (Fourier) necesare.

Codul NRZI este desigur cel mai eficient din punct de vedere al tranzițiilor care se înregistrează pe bandă, dar nu permite decât corec-

**Tabelul 3.9 volumul 2, pag. 221**

În tabelul 3.9 din anexă, vol. 2, pag. 221 se dau aceste caracteristici pentru cele trei coduri principale utilizate la înregistrările pe benzi magnetice.

Densitățile spectrale pentru o secvență aleatorie de date pentru cele 3 coduri sînt prezentate în fig. 3.47.

Teoretic lărgimea de bandă minimă la care se poate transmite fără eroare un semnal de frecvență  $1/T$  este lărgimea de bandă Nyquist  $= 1/2T$



ția de erori singulare și nu este autosincronizat. Din fig. 3.47 se observă că la  $f=0$ , codul NRZI are valoarea maximă a densității spectrale astfel că frecvența maximă de înregistrare este limitată și de problemele de realizare a filtrului egalizator care trebuie să acopere o bandă mult mai mare decât cea necesară pentru codurile PE sau GCR. Acest „efect de nul“ pe care îl are codul NRZI se poate reduce foarte mult folosind filtre de egalizare cu reacție de decizie [34], dar problema pierderilor de informație din cauza lipsurilor de pe suportul magnetic nu se poate remedia la codul NRZI care nu poate corecta erori multiple.

Din aceste puncte de vedere lucrul cu codul GCR este mult mai indicat dat fiind și caracteristica spectrală a acestui cod precum și faptul că el nu-și pierde sincronizarea. Cel mai răspândit cod în momentul de față este codul PE care are cel mai bun raport preț/performanță la densitatea sa de lucru (1 600 bpi).

### 3.7.1. Partea analogică a lanțului de citire

Modul de determinare grafică a caracteristicii de frecvență a grupului egalizator (fig. 3.48) a unui amplificator de citire de pe o unitate de bandă magnetică este prezentat pentru viteza de deplasare de 75 ips (1,905 m/s) înregistrată la densitatea de 1 600 bpi în metoda PE. Se observă că egalizarea caracteristicii de frecvență a canalului analogic trebuie făcută numai pe porțiunea de suprapunere cu caracteristica spectrală a codului PE, de fapt, între cele două frecvențe fundamentale  $f_L$  și  $f_H$  unde regăsim cea mai mare parte a puterii spectrale. Pentru cazul

analizat  $f_L = \frac{FCPI_{xv}}{4} = 60 \text{ kHz}$ , iar  $f_H = \frac{FCPI_{xv}}{2} = 120 \text{ kHz}$

În practică filtrul egalizator se calculează pentru o bandă de trecere între  $f_L$  și  $3f_H = f_T$  (frecvența de tăiere a filtrului). Odată cunoscută

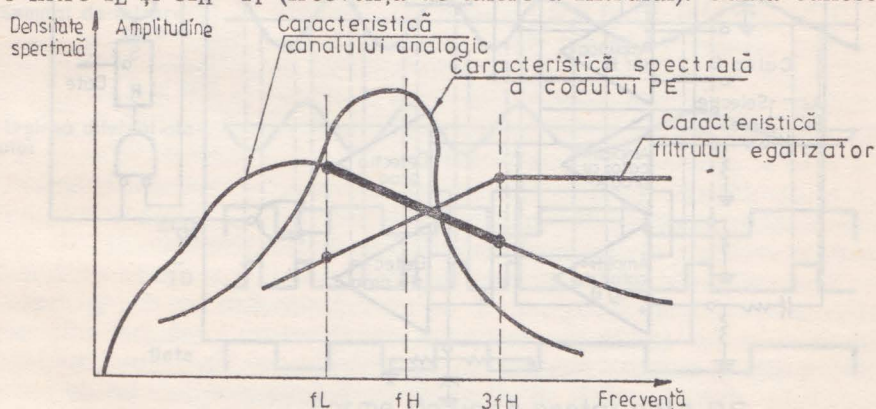


Fig. 3.48. Determinarea caracteristicii de frecvență a circuitului de egalizare la codul PE.

caracteristica și funcția de transfer a filtrului egalizator, el este dispus fie între preamplificator și amplificatorul de citire sau după cum va reieși din cele ce urmează este posibilă deplasarea unora din polii filtrului în cadrul grupului diferențiator.



După cum s-a arătat în cap. 2, datorită relațiilor între curent și tensiune în cadrul procesului de scriere pe bandă și cel de citire, există un defazaj de  $90^\circ$  între semnalul înregistrat și cel reprodus. În principiu canalul bandă magnetică-cap-preamplificator nu introduce distorsiuni de

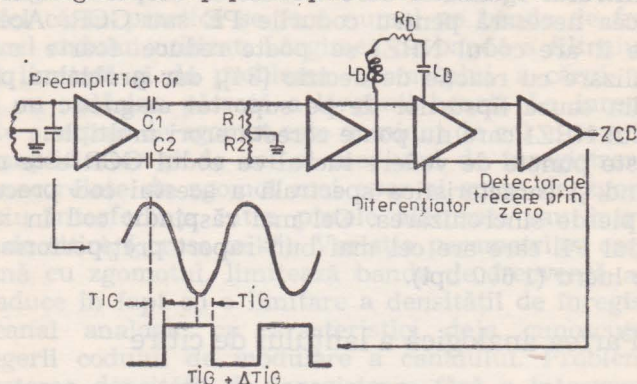


Fig. 3.49. Schema bloc a lanțului de citire analogică.

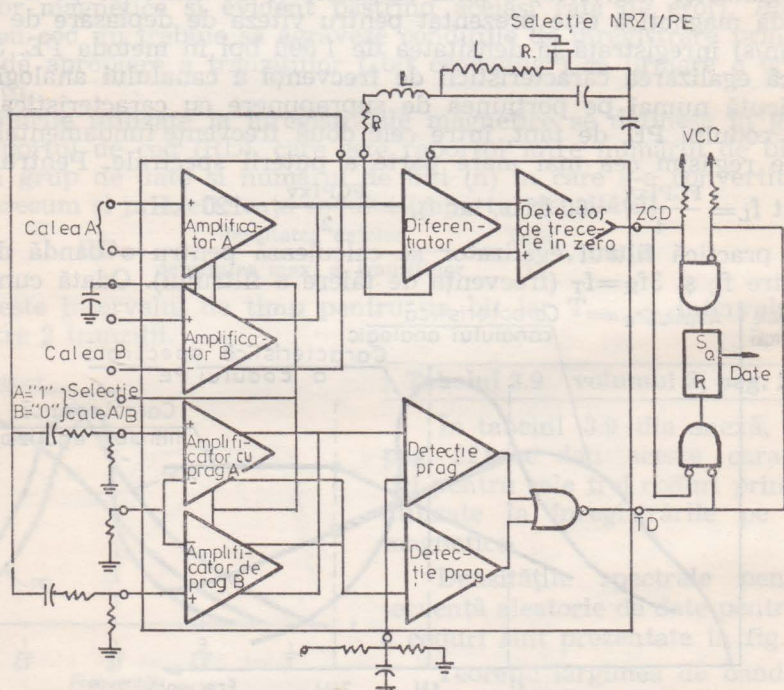


Fig. 3.50. Schema circuitului de citire, egalizare și refacere a informației de pe bandă magnetică.

fază și nici alte defazaje într-o bandă de frecvență suficient de mare față de frecvențele la care se lucrează. Recuperarea acestui defazaj se face printr-o diferențiere a semnalului de citire în cadrul circuitelor de egalizare. Este necesar să se acorde o mare atenție ca ansamblul canal



analogic-filtru egalizator să rămână un sistem linear-caracteristică de amplitudine constantă și timp de întârziere de grup  $T_{IG}$  (derivata fazei) constant în banda de frecvență. Variațiile cu frecvența sau amplitudinea

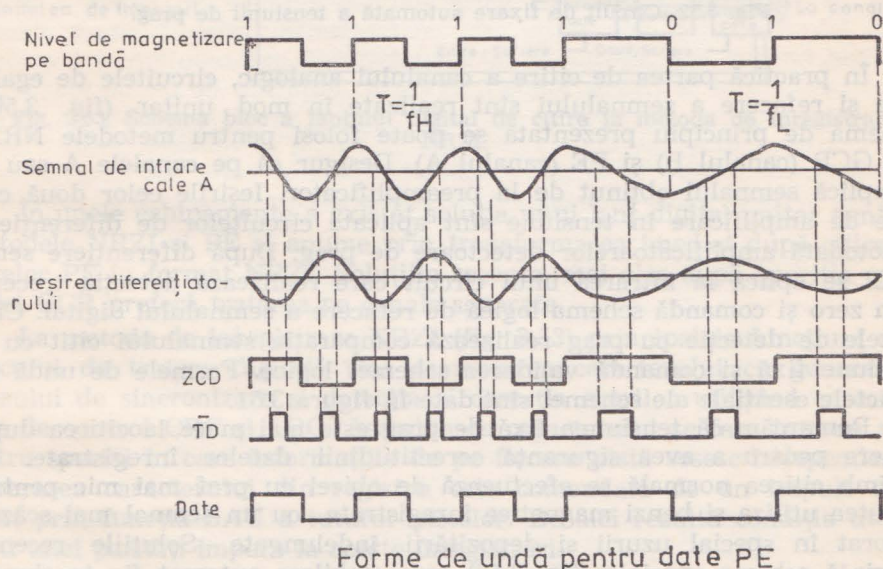
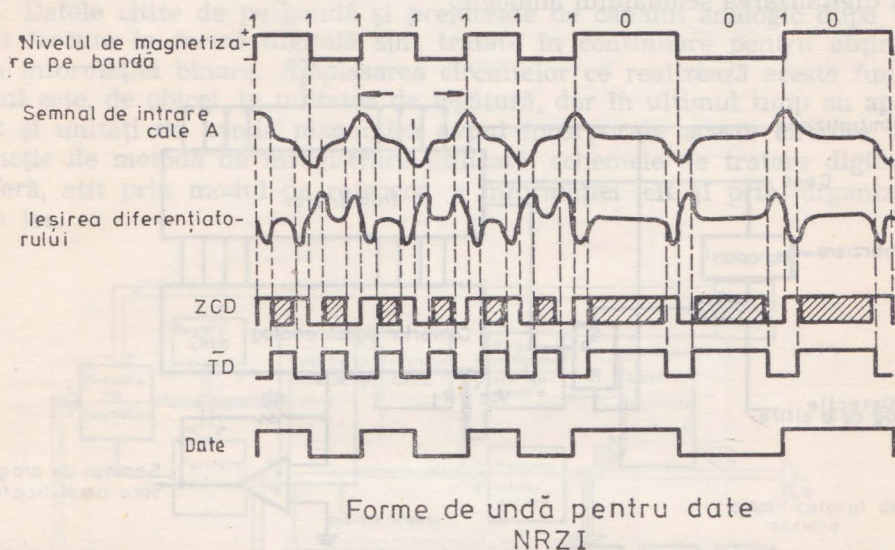


Fig. 3.51. Forme de undă la citirea datelor în cod NRZI și PE.

întârzierii între semnalul la capul de citire și ieșirea amplificatorului duce la distorsiuni de timp care au influență directă în rata de erori.

În prezentarea schematică a unui amplificator de citire (fig. 3.49) se poate observa că  $C_1$ ,  $C_2$ ,  $R_1$  și  $R_2$  formează un filtru trece sus, iar gru-



pul de diferențiere este  $L_D$ ,  $C_D$  și  $R_D$ . Folosirea bobinei  $L_D$  în circuitul de diferențiere îmbunătățește foarte mult linearitatea caracteristicii de fază precum și variațiile fronturilor impulsurilor („jitter“) rezultate din digitalizarea semnalului analogic.

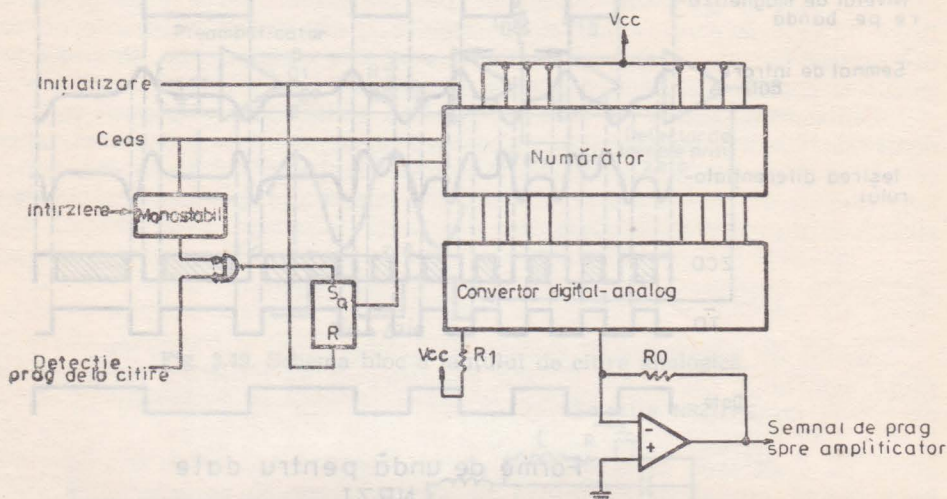


Fig. 3.52. Circuit de fixare automată a tensiunii de prag.

În practică partea de citire a canalului analogic, circuitele de egalizare și refacere a semnalului sînt realizate în mod unitar (fig. 3.50). Schema de principiu prezentată se poate folosi pentru metodele NRZI sau GCR (canalul B) și PE (canalul A). Desigur că pe canalele A sau B se aplică semnalul obținut de la preamplificator. Ieșirile celor două canale de amplificare în tensiune sînt aplicate circuitelor de diferențiere și totodată amplificatoarelor detectoare de prag. După diferențiere semnalul se aplică la intrarea unui circuit care realizează detecția trecerii prin zero și comandă schema logică de refacere a semnalului digital. Circuitele de detecție cu prag realizează comparația semnalului citit cu o tensiune fixă și comandă validarea schemei logice. Formele de undă în punctele esențiale ale schemei sînt date în figura 3.51.

Remarcăm că tensiunea fixă de prag este mai mare la citirea după scriere pentru a avea siguranța corectitudinii datelor înregistrate. În schimb citirea normală se efectuează de obicei cu prag mai mic pentru a putea utiliza și benzi magnetice înregistrate cu un semnal mai scăzut datorat în special uzurii și depozitării îndelungate. Soluțiile recente prezintă scheme speciale (fig. 3.52) care stabilesc automat fie tensiunea de prag, fie factorul de amplificare în timpul detectării trenului de identificare. Aceste valori sînt menținute constant în timpul operațiilor efectuate pe același suport magnetic.

Valorile componentelor din circuitul de diferențiere (fig. 3.50) diferă în funcție de metoda de înregistrare și viteza de derulare a benzii, comutarea acestora fiind efectuată de circuitele specifice.



## 3.7.2. Partea digitală a lanțului de citire

Datele citite de pe bandă și prelucrate de canalul analogic după ce sînt trecute în formă digitală sînt tratate în continuare pentru obținerea informației binare. Amplasarea circuitelor ce realizează aceste funcțiuni este, de obicei, în unitatea de legătură, dar în ultimul timp au apărut și unități de bandă magnetică avînd încorporate aceste circuite. În funcție de metoda de înregistrare utilizată, schemele de tratare digitală diferă, atît prin modul de refacere a informației cît și prin organizarea lor.

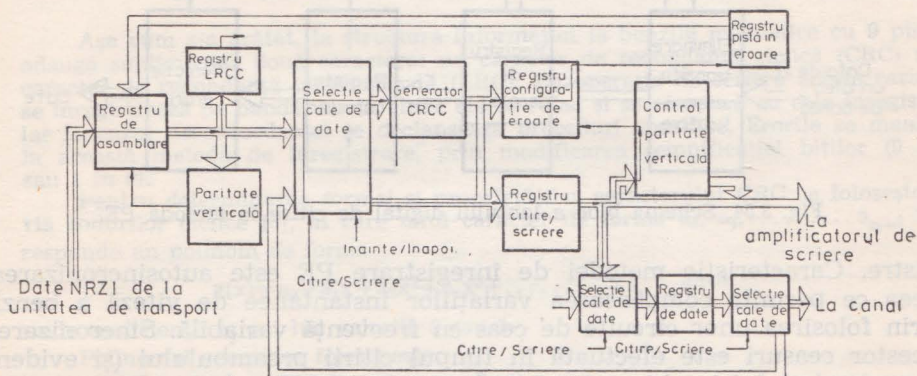


Fig. 3.53. Schema bloc a lanțului digital de citire la metoda de înregistrare NRZI.

În unele echipamente a existat soluția unui lanț digital unitar pentru metodele NRZI și PE și anume prin transformarea imediat după citire a datelor PE în format NRZI. Soluțiile recente, mai ales după apariția metodei GCR preferă tratarea pe canale separate.

La metoda de înregistrare NRZI (fig. 3.53) principalele funcțiuni ale blocului de tratare digitală sînt asamblarea caracterului cu generarea ceasului de sincronizare și detecția și corecția erorilor utilizînd caracterele de control CRC și LRC. Asamblarea caracterului se face într-un registru special în care informațiile de pe fiecare pistă sosesc independent, eliberarea caracterului din registru este comandată de un impuls obținut prin funcția SAU a tuturor pistelor. De aici rezultă condiția utilizării unei parități impare la aceste înregistrări.

La metoda de înregistrare PE (fig. 3.54) principalele funcțiuni care se îndeplinesc sînt eliminarea impulsurilor nesemnificative, compensarea nealinerii prin utilizarea registrelor de decalaj și tratarea erorilor. Eliminarea nesemnificativelor se realizează prin împărțirea spațiului de bit într-un număr de  $N$  perioade, iar orice impuls sosit între  $(1/4 : 3/4) \cdot N$  este considerat nesemnificativ.



Registrele de decalaj, câte unul pentru fiecare pistă au mai multe ranguri (de obicei minimum 4), cu o funcționare de tip FIFO, ele asigurând eliberarea caracterului la completarea ultimului rang pe toate pistele. În consecință se observă că posibilitatea maximă de compensare a nealinierii depinde în mod direct de numărul de ranguri a acestor re-

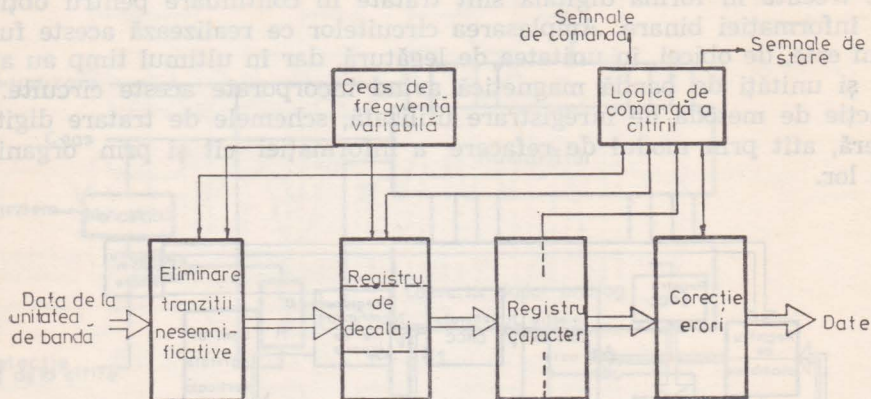


Fig. 3.54. Schema bloc a lanțului digital de citire la metoda PE.

gistre. Caracteristic metodei de înregistrare PE este autosincronizarea, ceea ce permite compensarea variațiilor instantanee de viteză a benzii prin folosirea unor circuite de ceas cu frecvență variabilă. Sincronizarea acestor ceasuri este efectuată în timpul citirii preambulului (și evident a postambulului la citirea înapoi). În cazul unităților de bandă magnetică de viteză mică se folosește un ceas unic de frecvență variabilă, iar în cazul echipamentelor de mare viteză (peste 2 m/s) se folosesc ceasuri independente pe fiecare pistă. Problema detectării și corectării erorilor este tratată pentru toate metodele de înregistrare în subcapitolul următor.

### 3.7.3. Lanțul de scriere

Lanțul de scriere asigură preluarea informației binare de la sistemul de calcul, prelucrarea ei în funcție de metoda de înregistrare utilizată generând în final un curent de scriere prin capul magnetic.

Lanțul de scriere pentru metodele NRZI sau GCR se caracterizează prin generarea caracterelor suplimentare (§ 3.8) și prin modul specific de codare.

La înregistrările de tip PE lanțul de scriere este mai complex conținând circuite speciale de generare a constantelor (preambul, postambul, tren de identificare, etc.) precum și circuite de compensare a fenomenelor magnetice de interacțiune, între înregistrările fizice elementare de pe bandă [29].

În acest sens în unele echipamente se folosesc scheme de codificare complexe pentru îmbunătățirea dispersiei biților pe bandă din cauze de interacțiune magnetică („bit-crowding“), prin adăugarea unei tranziții suplimentare față de necesitățile impuse de metoda de codare.



### 3.8. Metode de detectare și corectare a erorilor

Din cauza standardizării înregistrării informației pe bandă magnetică de 12,7 mm (1/2 inch) metodele de detectare și corectare sînt unitare pentru fiecare metodă de înregistrare în parte. La sistemele cu performanțe scăzute se asigură, de obicei, doar generarea caracterelor speciale pentru a se păstra compatibilitatea. Sistemele cu performanțe ridicate sînt prevăzute cu blocuri speciale de detectare și corectare.

#### 3.8.1. Detectarea și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda NRZI

Așa cum s-a arătat, la structura informației la benzile magnetice cu 9 piste se adaugă suplimentar două caractere: un caracter de redondanță ciclică (CRC) și un caracter de redondanță longitudinală (LRC). La operația de scriere aceste caractere se înregistrează pe bandă, iar la citire ele se refac și se compară cu cele înregistrate, iar în cazul neconcordanței se declanșează proceduri specifice. Erorile se manifestă la această metodă de înregistrare, prin modificarea semnificației biților (0 în 1, sau 1 în 0).

Pentru determinarea formei și proprietăților caracterului CRC se folosește teoria codurilor ciclice [5], în care unui caracter de forma  $a_0, a_1, \dots, a_{n-1}$  îi corespunde un polinom de forma

$$a(x) = a_0 + a_1x + a_2x^2 + a_3x^3 + \dots + a_{n-1}x^{n-1} \quad (3.17)$$

unde coeficienții  $a_i$  pot lua valorile 0 sau 1.

Polinomul generator folosit este:

$$p(x) = x^9 + x^6 + x^5 + x^4 + x^3 + 1 \quad (3.18)$$

Considerînd caracterele unui bloc de date sub formă de polinoame:

$$d_i(x) = a_{0i} + a_{1i}x + a_{2i}x^2 + a_{3i}x^3 + a_{4i}x^4 + a_{5i}x^5 + a_{6i}x^6 + a_{7i}x^7 + a_{8i}x^8$$

pentru obținerea caracterului CRC la un bloc de lungime  $n$  caractere se folosește următoarea procedură:

$$C_1(x) = a_1(x)$$

$$C_2(x) = x \cdot C_1(x) + a_2(x) + a_{31} \cdot p(x) = [x_1 a_1(x) + a_2(x)] \text{ modulo } p(x)$$

$$C_3(x) = x \cdot C_2(x) + a_3(x) + a_{32} \cdot p(x) = [x^2 \cdot a_1(x) + x \cdot a_2(x) + a_3(x)] \text{ modulo } p(x)$$

$$C_n(x) = x^{n-1} a_1(x) \text{ modulo } p(x)$$

$$C_{n+1}(x) = x \cdot C_n(x) + \text{CRC}(x) + a_{3n} \cdot p(x) = [x \cdot C_n(x) + \text{CRC}(x)] \text{ modulo } p(x)$$

$$\text{S-a ales: } C_{n+1}(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x + 1 \quad (3.19)$$

S-a făcut această alegere deoarece polinomul menționat este un divizor al polinomului generator și are în plus proprietatea de a fi un invariant la deplasare (adică înmulțirea cu  $x$  în clasele de resturi  $p(x)$ ).

$$p(x) = (x+1) \cdot h(x) = (x+1) (x^8 + x^7 + x^6 + x^4 + x^2 + x + 1)$$

$$x \cdot h(x) = h(x) \quad (3.20)$$

Din cele arătate mai sus, rezultă forma caracterului de redondanță ciclică CRC.

$$\text{CRC}(x) = h(x) + \sum_{i=1}^n x^{n-i} a_i(x) \text{ modulo } p(x) \quad (3.21)$$



Acest caracter este obținut în urma scrierii blocului de date și este înregistrat pe bandă la un spațiu gol de trei caractere de ultimul caracter de date. Se constată relativ simplu că în cazul folosirii parității pare pentru caracterele de informație acest caracter este impar, iar în cazul folosirii parității impare, caracterul CRC este par sau impar după cum numărul de caractere din bloc este impar sau par.

La citirea datelor înregistrate pe bandă magnetică se reface procedura descrisă anterior considerându-se caracterul CRC ultimul caracter al blocului și se verifică:

$$h(x) = \sum_{i=1}^{n+1} x^{n-i+1} a_i(x) \text{ modulo } p(x) \quad (3.22)$$

În cazul în care relația (3.22) nu se verifică și se obține în final un caracter  $h'(x) \neq h(x)$ , trebuie începută o procedură de corecție. Prin folosirea parității pe caracter se obține o informație asupra erorilor simple produse și se poate forma un cuvânt de eroare de forma:

$$e = e_1, e_2, \dots, e_n$$

în care  $e_i$  este 0 sau 1 după cum caracterul din poziția  $i$  a blocului de date este corect sau nu.

Pentru corecția unui caracter eronat  $a_{ei}(x)$  și a obținerii caracterului corect  $a_{ci}$  este necesară determinarea unui corector  $z_i(x)$  astfel ca:

$$a_{ci}(x) = a_{ei}(x) + z_i(x) \quad (3.23)$$

Alegînd forma erorii  $e_i(x) = e_i x^m$  cu  $0 \leq m \leq 8$ , se presupune că erorile au apărut pe o singură poziție (pistă). Astfel caracterul citit devine:

$$a_{ei}(x) = a_{ci}(x) + e_i x^m$$

Refăcînd procedura de calcul și aplicînd regulile de calcul asupra claselor de resturi modulo  $p(x)$  se obține:

$$\begin{aligned} h'(x) &= \sum_{i=1}^{n+1} x^{n-i+1} a_{ei} \text{ modulo } p(x) = \sum_{i=1}^{n+1} x^{n-i+1} (a_{ci}(x) + e_i x^m) \text{ modulo } p(x) = \\ &= \sum_{i=1}^{n+1} x^{n-i+1} a_{ci}(x) \text{ modulo } p(x) + \sum_{i=1}^{n+1} e_i x^m \cdot x^{n-i+1} \text{ modulo } p(x) = h(x) + x^m \cdot \\ &\quad \cdot \sum_{i=1}^{n+1} e_i \cdot x^{n-i+1} \text{ modulo } p(x) \end{aligned}$$

Se definește caracter de configurație de eroare  $E(x)$  următorul polinom:

$$E(x) = \sum_{i=1}^{n+1} e_i x^{b-i+9} \text{ modulo } p(x) \quad (3.24)$$

Se obține:

$$h'(x) = h(x) + x^{m-8} \sum_{i=1}^{n+1} e_i x^{b-i+9} \text{ modulo } p(x) = h(x) + x^{m-8} \cdot E(x)$$

și ținînd cont de proprietatea (3.20) de invarianță a polinomului  $h(x)$

$$x^8 \cdot h'(x) = h(x) + E(x) \quad (3.25)$$

Relația (3.25) demonstrează posibilitatea obținerii unui corector în cazul unei erori de forma propusă:

$$z_i(x) = e_i x^m \quad (3.26)$$



Se poate constata că dacă eroarea nu ar fi de forma propusă nu s-ar putea determina o relație de tipul (3.25) pentru polinomul  $h(x)$  și corecția nu ar fi posibilă.

Pentru realizarea practică a metodei prezentate sînt necesare suplimentar, față de registrul de date, încă două registre, registrul CRC folosit atît la generare cît și la verificare și registrul EP folosit doar la verificare (fig. 3.55).

Funcționarea registrului CRC, determinată de relația (3.21) este comandată de două impulsuri de tact  $I_1$  și  $I_2$  decalate între ele cu o durată bine stabilită. La primul impuls  $I_1$  se face suma modulo 2 între conținutul registrului și caracterul sosit. La cel de al doilea impuls  $I_2$  se deplasează ciclic spre stînga conținutul registrului, ținîndu-se seama de modulo  $p(x)$ , adică conținutul pozițiilor  $x_2$ — $x_5$  se deplasează în pozițiile  $x_3$ — $x_6$  efectuîndu-se suma modulo 2 cu conținutul poziției  $x_8$ . La sfîrșitul blocului, conținutul registrului CRC se modifică în conformitate cu polinomul  $h(x)$ , adică se completează conținutul registrului cu excepția pozițiilor  $x_3$  și  $x_5$ . În acest mod caracterul CRC se va găsi în registru, de unde este transferat spre capetele de scriere.

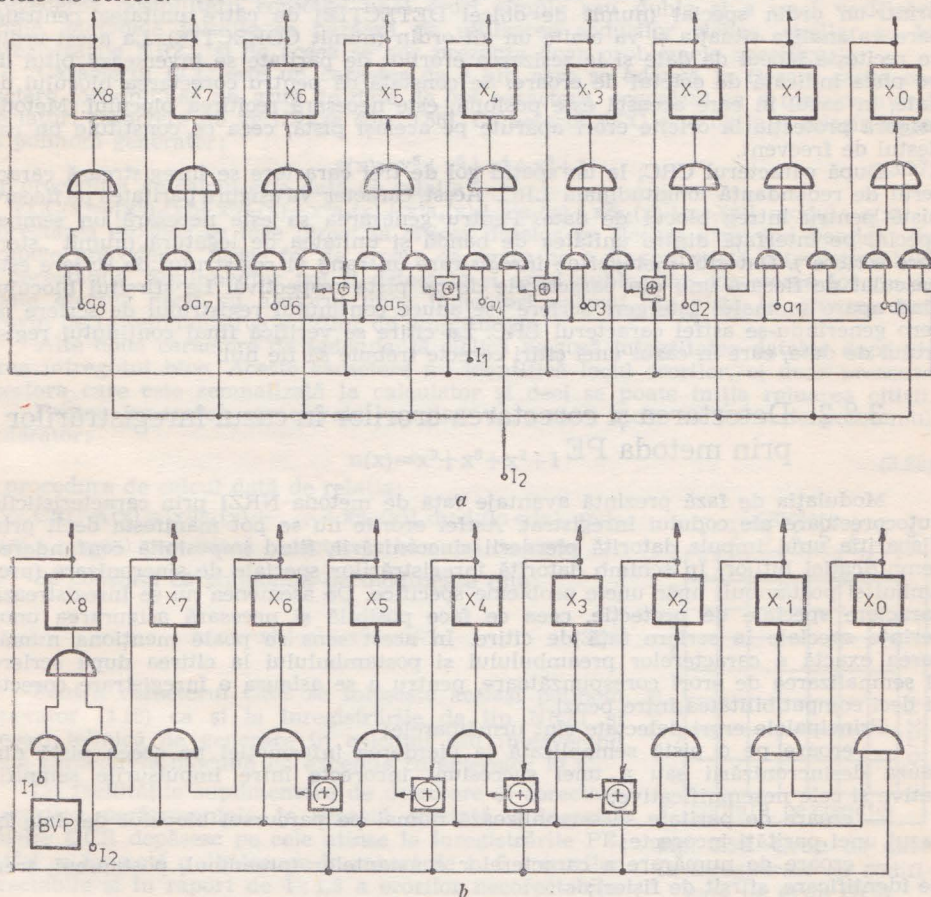


Fig. 3.55. Schema de principiu a circuitelor de corecție cu caractere ciclice:  
a — registrul CRC; b — registrul EP.

La o citire corectă registrul CRC va funcționa analog ca la scriere, la sfîrșitul blocului (inclusiv caracterul CRC) obținîndu-se caracterul  $h(x)$  (111 010 111). Dacă nu se obține acest caracter s-a produs o eroare. De aceea simultan funcționează și registrul EP care va realiza relația (3.24), adică va primi un semnal de eroare de la



blocul de verificare a parității BVP și îl va înscrie în poziția opt, restul funcționării fiind similară cu cea a registrului CRC. În cazul citirii corecte conținutul registrului EP este nul. La citirea cu erori se va constata o neconcordanță a conținutului celor două registre cu configurațiile specificate și se declanșează automat procedura de detecție a tipului de eroare (corectabilă sau nu). Conform corectorului obținut la relația (3.26) se completează registrul EP (cu excepția pozițiilor  $x_3$  și  $x_5$ ) și se deplasează ciclic (în conformitate cu reacțiile prevăzute) registrul CRC până la detectarea coincidenței. Dacă coincidența se produce până la un număr de opt deplasări (m) eroarea este corectabilă, pista în eroare fiind cea cu numărul (8-m). Dacă până la opt deplasări nu se produce coincidență eroarea nu este corectabilă (s-au produs erori pe mai multe piste).

Procedura de verificare și corectare cu ajutorul caracterului CRC s-a prezentat pentru citirea înainte. La citirea înapoi, caracterul CRC apare primul, urmat de blocul de date, dar procedura de corecție, rămâne în general aceeași, cu singura deosebire că pista cu erori este aceea reprezentată de numărul de deplasări (m).

Octetul de eroare obținut care indică numărul pistei în eroare poate fi cerut printr-un ordin special (numit de obicei DETECȚIE) de către unitatea centrală, care va analiza situația și va emite un alt ordin (numit CORECȚIE). La acest ordin se recitește blocul de date și la sesizarea erorilor de paritate se inversează bitul de pe pista indicată de octetul de eroare. Se constată că pentru corectarea blocului de date, în cazul în care această este posibilă, este necesară recitirea blocului. Metoda asigură protecția la oricâte erori apărute pe aceeași pistă, ceea ce constituie un caz destul de frecvent.

După caracterul CRC, la un spațiu gol de trei caractere se înregistrează caracterul de redundanță longitudinală LRC. Acest caracter va asigura paritatea pe fiecare pistă pentru întreg blocul de date. Pentru generarea sa este necesară un semnal special pe interfață dintre unitatea de bandă și unitatea de legătură (numit „ștergere scriere”). Datorită metodei de înregistrare un rang al registrului de scriere este basculat de fiecare unu din caracterele de pe pista respectivă. La sfârșitul blocului când apare semnalul „ștergere scriere” se aduce conținutul registrului de scriere pe zero generându-se astfel caracterul LRC. La citire se verifică final conținutul registrului de date, care în cazul unei citiri corecte trebuie să fie nul.

### 3.8.2. Detectarea și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda PE

Modulația de fază prezintă avantaje față de metoda NRZI prin caracteristicile autocorectoare ale codului înregistrat. Astfel erorile nu se pot manifesta decât prin dispariția unui impuls datorită pierderii sincronizării, fiind imposibilă confundarea semnificației biților. În schimb datorită înregistrărilor speciale de sincronizare (preambul și postambul) apar unele probleme specifice. De asemenea nu se înregistrează caractere speciale de protecție, ceea ce face posibilă și necesară asigurarea unor cerințe speciale la scriere față de citire. În acest sens se poate menționa numărarea exactă a caracterelor preambulului și postambulului la citirea după scriere și semnalizarea de erori corespunzătoare, pentru a se asigura o înregistrare corectă și deci compatibilitatea între benzi.

Principalele erori detectate sînt următoarele:

- eroare pe o pistă semnalizată la pierderea informației pe aceea pistă din cauza desincronizării sau a unei succesiuni incorecte între impulsurile semnificative și cele nesemnificative;
- eroare de paritate se semnalizează numai pe parcursul blocului de date în cazul unei parități incorecte;
- eroare de numărare a caracterelor constantelor (preambul, postambul, tren de identificare, sfârșit de fișier);
- eroare de necompensare a nealinerii cînd este depășită capacitatea registrului de decalaj;

Corectarea se poate face doar pentru erorile apărute pe o singură pistă în cadrul blocului de date, fără a se produce și o eroare de paritate. Se inhibă din momentul apariției erorii semnalul de citire pe această pistă și se regenerează informația pe baza celorlalte piste inclusiv paritatea. La unele sisteme se semnalizează unității centrale că a fost efectuată o corecție. În cazul apariției unei erori pe altă pistă se oprește transferul datelor și se semnalizează eroare necorectabilă.



De asemenea apariția unui alt tip de eroare din cele enumerate conduce la semnalizarea unei erori necorectabile.

Din cele arătate reiese că pentru corectarea datelor nu mai este necesară recitirea blocului, aceasta făcându-se automat în timpul citirii. Dar legat de corectarea erorilor pe o pistă apare problema transferului unor caractere suplimentare. De obicei se consideră detecția postambului la întâlnirea a trei caractere toate zero după un caracter numai unu. În cazul inhibării unei piste la apariția unei erori sincronizarea nu se restabilește decât la detecția spațiului interbloc, deci apare riscul nesemnalizării la timp a postambului și a transmiterii de caractere suplimentare.

### 3.8.3. Detecția și corectarea erorilor în cazul înregistrărilor prin metoda GCR

Metoda de înregistrare cu codificare de grup GCR fiind folosită la viteze mari de transfer implică creșterea capacității de detectare și corectare a erorilor prin prevederea posibilității corecției unei erori simple sau duble și a unei verificări finale. Metodele folosite se bazează pe utilizarea codurilor ciclice, similar ca la înregistrările NRZI, și de aceea se vor prezenta doar problemele specifice.

Caracterul ECC este un caracter de 8 biți care se adaugă la fiecare șapte caractere formându-se un grup de date de opt caractere, organizat ca o matrice având pe laturi caractere de verificare (fig. 3.56). Caracterul ECC este obținut folosindu-se ca polinom generator:

$$g(x) = x^8 + x^5 + x^4 + x^3 + 1 \quad (3.27)$$

iar procedura de calcul este dată de relația:

$$ECC(x) = [x^7a_1(x) + x^6a_2(x) + x^5a_3(x) + x^4a_4(x) + x^3a_5(x) + x^2a_6(x) + xa_7(x)] \cdot \text{modulo } g(x)$$

Corectarea erorilor se face direct la citirea datelor pe fiecare grup independent de grupele precedente. Orice fel de eroare ce apare pe o singură pistă este detectabilă și corectabilă. Suplimentar pot fi detectate și erori duble, dar corectarea lor nu se poate efectua decât cu ajutorul unor indicatori externi, de pistă în eroare, care provin de la semnalizarea erorilor de amplitudine.

Alte două caractere de redundanță ciclică asigură integritatea datelor după citirea întregului bloc. Aceste caractere nu identifică locul erorilor, ci doar prezența acestora care este semnalizată la calculator și deci se poate iniția reluarea citirii.

Pentru generarea caracterului auxiliar de control ciclic se folosește polinomul generator:

$$n(x) = x^9 + x^6 + x^2 + 1 \quad (3.28)$$

și procedura de calcul dată de relația:

$CRC A(x) = [x^9a_1(x) + \dots + xa_n(x)] \text{ modulo } n(x)$  unde  $a_1(x) \dots a_n(x)$  reprezintă caracterele blocului de date.

Se constată că polinomul de modificare este:

$$h(x) = x^8 + x^7 + x^6 + x + 1 \quad (3.29)$$

Pentru caracterul CRC se folosește același polinom generator (3.18) ca și la înregistrările de tip NRZI și aceeași tehnică de generare în calculul său intervenind toate caracterele blocului cu excepția caracterelor ECC.

Cu facilitățile suplimentare de detectare și corectare a erorilor, performanțele, în această privință, a înregistrărilor GCR depășesc pe cele atinse la înregistrările PE. Astfel se constată o diminuare în raport de 1:5 a erorilor corectabile și în raport de 1:1,3 a erorilor necorectabile.

### 3.8.4. Detecția și corectarea erorilor la înregistrările pe cartuș și casetă magnetică

Din cauza caracterului serie al înregistrărilor pe cartuș și casetă magnetică, de regulă nu se adaugă câte un bit de paritate fiecărui octet de informație. Se preferă adăugarea la sfârșitul blocului de date a unor caractere de control ciclic, de

		Caractere							
		1	2	3	4	5	6	7	8
Piste	1								
	2								
	3								
	4								
	5								
	6								
	7								
	8								
P		Paritate pe caracter							
		Caracter ECC							

Fig. 3.56. Grup de date la înregistrări cu codificare de grup GCR.



obicei două caractere de opt biți. Modul de generare și de corectare cu ajutorul caracterelor de control ciclic este similar cu cel prezentat anterior [37]. Polinomul generator cel mai des utilizat pentru caracterul de control ciclic de 16 biți (doi oc-teți) este:

$$p(x)=x^{16}+x^{15}+x^2+1$$

## C. EXPLOATAREA UNITĂȚILOR DE BANDĂ MAGNETICĂ

### 3.9. Caracteristici ale suportului în exploatare

Condițiile de funcționare pentru benzi magnetice sînt dependente de cele ale dispozitivului pe care sînt montate. Benzile magnetice au o durată de funcționare foarte mare, dar înainte de ieșirea completă din uz devin depășite din punct de vedere economic. Sfîrșitul, din punct de vedere economic, al unei benzi magnetice este considerat atunci cînd valoarea timpului de calculator consumat cu tentativele de scriere depășește valoarea ei de înlocuire. Principalele cauze de degradare a unei benzi magnetice sînt uzura normală, avarii accidentale și contaminarea. Ultimii doi factori sînt prevenibili și de asemenea controlabili prin proceduri speciale de întreținere periodice cu dispozitive specializate numite curățitoare.

Uzura normală se manifestă în special prin desprinderea de mici bucăți din pelicula magnetică sau din materialul de bază care sînt smul-se prin frecare și se pot colecta pe ghidaje sau capete magnetice. Factorii care determină direct gradul de uzură sînt rezistența materialului mag-netic, adeziunea sa la materialul de bază, netezimea suprafeței și coefi-cientul de frecare, caracteristicile liantului precum și condițiile de func-ționare.

Avariile accidentale se pot produce printr-o manipulare defectuoasă și se manifestă prin zgîrieturi sau rupturi ale benzii. O înfășurare a benzii cu o tensiune scăzută poate produce o alunecare tangențială a materialului plastic ceea ce formează încrețituri („cinching”). Mici bu-căți de murdărie care în mod normal ar cădea de pe suprafață, pot fi înfășurate odată cu banda și în condiții de înmagazinare prelungită pot forma mici umflături („pimples”).

Contaminarea este generată de condițiile de funcționare sau de me-di-u (praf, mai ales de hîrtie de la echipamentele de bandă sau cartele perforate, fire de păr, etc.). Dar principalii factori de contaminare, în procent de 80%, se datorează chiar benzii magnetice din două cauze. Prima cauză o constituie particulele de oxid sau material plastic des-prinse de pe marginile benzii. O a doua cauză o constituie desprinderea de particule din materialul plastic de bază la frecarea acestuia cu păr-țile mecanice. La înfășurarea benzii aceste particule sînt depuse pe stra-tul de înregistrare, din care cauză se recomandă curățirea benzii și re-tensionarea la fiecare șase luni.

Aceste defecte conduc la reducerea semnalului de citire în zona în care au apărut, de multe ori la o valoare sub pragul de detectare. Dacă nivelul semnalului detectat are o valoare sub 35—50% din nivelul nor-



mal se consideră o eroare de pierdere de informație („drop-out“). Dacă din diverse cauze acest nivel are o valoare mai mare de 10% din nivelul normal fără a se fi efectuat o înregistrare, se consideră că s-a produs un parazit („drop in“). Dispunerea acestor erori în funcție de tensiunea de prag este dată în fig. 3.57.

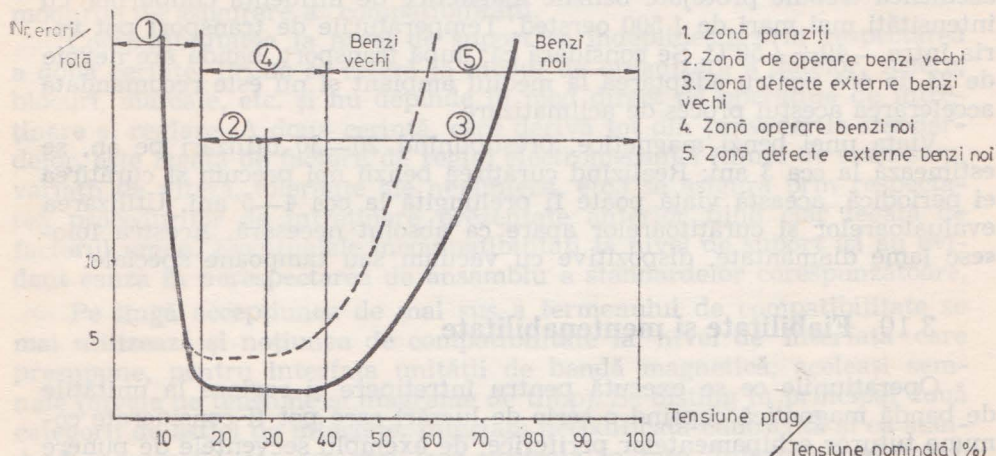


Fig. 3.57. Influența diferiților factori la producerea erorilor.

O altă formă de apariție a erorilor la înregistrările pe bandă magnetică se manifestă atunci când magnetizarea unui strat influențează pe celelalte („print-through“), mai ales în cazul unor depozitari pe perioade lungi la temperaturi mari.

Pentru semnalizarea și corectarea erorilor se prevăd tehnici speciale care devin mai sofisticate pe măsura creșterii densității. De asemenea este eficientă utilizarea de înregistrări speciale la sfârșitul blocului de date pentru a mări posibilitățile de corectare a erorilor. Folosirea codurilor redondante care implică adăugarea suplimentară de circuite se justifică prin creșterea fiabilității. Sistemele de operare moderne prevăd recitirea, unui bloc la care s-au detectat erori, de mai multe ori (până la 16) înainte de a semnaliza eroare necorectabilă.

Siguranța exploatării benzilor magnetice depinde direct de grija cu care acestea sînt minuite și depozitate. Condițiile de mediu corespunzătoare prelucrării benzilor magnetice sînt temperaturi de 21—26°C cu variații care să nu depășească  $\pm 3^\circ\text{C}$  și umidități relative de cca  $40\% \pm \pm 10\%$ . Fumul în sine nu murdărește banda, însă scrumul produce contaminare. O atenție deosebită trebuie avută față de praful produs de echipamentele de perforare de bandă sau cartele. Pentru înlăturarea acestuia se preferă amplasarea acestora în aceea parte a încăperii în care presiunea este mai mică, iar a unităților de bandă magnetică în zona cu presiune mai mare.

În încăperile de depozitare se recomandă temperaturi de 15—27°C și umidități relative de 40—60%. La depozitare, rolele trebuie introduse în casetă pentru a fi prinse de butuc, partea sa cea mai rezistentă și pentru



a fi protejate contra murdăriei. Casetele închise se vor poziționa vertical pe cant. Utilizarea inelelor de protecție în locul casetelor nu este recomandabilă, deoarece, cu toate că se realizează economii de spațiu de depozitare, greutatea benzii este suportată de flanșe și nu de butuc.

La transportul benzilor capătul acesteia trebuie neapărat fixat. De asemenea trebuie protejate benzile magnetice de influența cîmpurilor cu intensități mai mari de 1 500 oersted. Temperaturile de transport pot varia între  $-40 \div +50^{\circ}\text{C}$ . Se consideră că, după transport, banda are nevoie de 24 de ore pentru adaptarea la mediul ambiant și nu este recomandată accelerarea acestui proces de acclimatizare.

Viața unei benzi magnetice, presupunînd 20—30 utilizări pe an, se estimează la cca 3 ani; Realizînd curățirea benzii noi precum și curățirea ei periodică, această viață poate fi prelungită la cca 4—5 ani. Utilizarea evaluatoarelor și curățitoarelor apare ca absolut necesară. Acestea folosesc lame diamantate, dispozitive cu vacuum sau tamponane speciale.

### 3.10. Fiabilitate și mentenabilitate

Operațiunile ce se execută pentru întreținere și reglare la unitățile de bandă magnetică cuprind o serie de lucrări care pot fi considerate comune tuturor echipamentelor periferice; de exemplu secvențele de punere sub tensiune, constatarea funcționării corecte a blocurilor componente, verificarea conectării corecte la sistemul de calcul, etc. Pe lîngă acestea apar necesare o serie de operații care trebuie efectuate periodic și care sînt specifice. Zilnic este recomandabil să se șteargă cu o soluție specială blocul capetelor magnetice, ghidajele, camerele cu vacuum și în general elementele de traseu care intră în contact cu banda magnetică. Cu o periodicitate care depinde de calitatea unității se efectuează reglaje asupra lanțului de scriere-citire (amplificare, realiniere etc.) asupra servosistemelor de antrenare a benzii — cabestan și role (timp de start-stop, poziționarea benzii în camerele de vacuum, viteza de defilare, etc.). La perioade mari de timp, în caz de avarie sau la schimbarea unei părți componente se fac reglaje corespunzătoare privind poziționarea capului magnetic, alinierea elementelor traseului benzii în zona cap magnetic-cabestan, precum și a sistemului de vacuum. Este evident că după realizarea acestor operații trebuie reluate și reglaje menționate anterior.

Funcționarea corectă a subsistemului de benzi magnetice se constată prin executarea unor programe de test care pot verifica atît corectitudinea transferului de date, cît și parametrii dinamici. Unele programe de test conțin module specifice pentru întreținere care dau indicații asupra defecțiunilor. Fiabilitatea subsistemului depinde desigur de calitatea dispozitivelor, dar neefectuarea corectă a întreținerilor periodice nu poate decît să înrăutățească acest parametru.

### 3.11. Probleme de compatibilitate

Așa cum s-a arătat în § 3.1., în domeniul înregistrării pe bandă magnetică există mai multe standarde corespunzătoare tipului de suport și



caracteristicilor de înregistrare. Avînd în vedere că înregistrarea pe role cu bandă magnetică constituie tipul cel mai utilizat actualmente în țară și faptul că acest suport este singurul cu standarde deplin acceptate, ceea ce îi conferă avantajul realizării legăturii la nivel de suport între sisteme de calcul diferite („interchange“) se vor prezenta unele aspecte privind modurile de asigurare a compatibilității.

Compatibilitatea la nivel de suport se îndeplinește prin respectarea a două cerințe. Prima se referă la modul de organizare a datelor, fișiere, blocuri, marcaje, etc. și nu depinde în mod direct de operațiile de întreținere și reglare. A doua cerință, care derivă tot din prevederile standardelor, este legată de factorii de reglaj electromecanici (timp de start-stop, variații de viteză, toleranțe ale nealinierii, etc.) se asigură prin respectarea procedurilor de întreținere prezentate anterior fiind clar legată de factorul uman. Eventualele incompatibilități la nivel de suport își au evident cauza în nerespectarea de ansamblu a standardelor corespunzătoare.

Pe lângă accepciunea de mai sus a termenului de compatibilitate se mai utilizează și noțiunea de compatibilitate la nivel de interfață care presupune, pentru interfața unității de bandă magnetică, aceleași semnale (nivele de tensiune și diagrame de timp). Se disting în principal două categorii de astfel de interfețe. Interfața necodificată cunoscută și ca standard industrial, este cea mai larg utilizată în țară. Interfața codificată, este specifică firmei IBM avînd o răspîndire apreciabilă. Pentru ambele tipuri, din motive comerciale, a apărut și compatibilitatea la nivel de conector („plug to plug“).

Pentru completarea aspectelor de compatibilitate prezentate, trebuie considerate și implicațiile pe care le poate avea conectarea la sistemul de calcul prin posibilitatea extinderii modularității la întreg subsistemul de benzi magnetice [46]. De asemenea sistemul de operare prin stabilirea numărului de reluări de scrieri/citiri permite prelucrarea unor benzi cu înregistrări mai vechi.

### 3.12. Criterii de alegere. Tendințe

Alegerea unui anumit tip de unitate de bandă magnetică — cu role, cartuș, casetă, este evident determinată de natura aplicației, tipul și mărimea sistemului de calcul. Unitățile de casete și cartuș magnetic sînt în momentul de față utilizate în special la mini și microcalculatoare în timp ce unitățile cu role de bandă magnetică sînt comune tuturor tipurilor de sisteme.

Avînd în vedere că unitățile de casete și cartuș au o mare varietate constructivă, iar standardele lor nu sînt încă definitive sau unice, problema alegerii unui anumit model este la latitudinea realizatorului de sistem. Datorită unei largi utilizări a unităților cu role de bandă magnetică care oferă avantajul de a fi singurul mediu pentru care standardul de organizare a datelor este comun acceptat de toți producătorii și pentru toate clasele de sisteme de calcul, avînd în același timp unul din cele mai scăzute prețuri pe unitatea de informație, alegerea configurației subsiste-



mului cu unități de bandă magnetică (role) depinde de o serie de criterii dintre care putem menționa:

— Performanțe fundamentale: *densitate de înregistrare, viteza benzii, viteză de transfer*. Pornind de la o viteză de transfer maximă care este determinată de necesitățile sistemului de calcul este evident că cea mai economică soluție o constituie alegerea unei densități cât mai mari și deci a unei viteze a benzii cât mai mici, aceasta cu scopul de a micșora cerințele părții electromecanice de antrenare și prin aceasta prețul, mărirind în același timp fiabilitatea sistemului.

Existența unui foarte mare număr de înregistrări cu densități mici (NRZI) face ca din motive de păstrare a compatibilității să nu se poată extinde și chiar generaliza utilizarea înregistrărilor de mare densitate (PE și GCR). De altfel trebuie menționat că înregistrarea cu densitatea 6250 bpi (GCR) nu a găsit încă o largă utilizare, datorită prețului foarte ridicat, limitându-se la aplicații care prelucrează cantități foarte mari de informație cum ar fi de exemplu prelucrările de date geofizice.

— O serie de *caracteristici de suprafață* au o influență importantă în utilizarea eficientă a subsistemului.

De exemplu, în privința caracteristicilor de alimentare de la rețea este de dorit ca puterea consumată să fie cât mai mică nu numai privită prin prisma consumului energetic, dar și ținând cont că la un consum mare, radiația calorică este și ea mai mare, ceea ce îngreunează condițiile de lucru a instalației de climatizare.

Este știut faptul că peste viteze de 2 m/s consumul de putere crește exponențial cu mărirea vitezei. Tot aici trebuie menționat ca variațiile tensiunii de alimentare admise să fie similare între diversele unități de bandă. În aceeași categorie de caracteristici se va ține seama de criteriile de spațiu — care limitează numărul maxim de unități de bandă cât și tipul constructiv și de criteriul de zgomot mai ales pentru unitățile care nu lucrează în încăperi special amenajate.

Printre facilitățile suplimentare care trebuie menționate sînt: încărcarea automată care, cu toate că micșorează timpii de manevră, necesită investiții suplimentare mari atît la unitate cît și pentru inelele de încărcare și trecerea unor sarcini specifice sistemului de operare pe seama unităților de legătură cum ar fi reluări de operații de scriere-citire, adresarea blocurilor etc.

La alegerea configurației subsistemului de benzi magnetice se urmărește obținerea unui compromis cît mai favorabil între considerentele de performanță — preț — spațiu ocupat — facilități suplimentare. De asemenea un factor de mare importanță este rolul pe care îl are subsistemul de bandă magnetică în cadrul sistemului de calcul.

În ultima vreme funcția principală a sistemului pe bandă magnetică nu mai este prelucrarea fișierelor secvențiale, funcție preluată de discurile magnetice, ci operațiile de salvare/restaurare pe bandă a datelor de pe disc. Această operație este deosebit de importantă ceea ce a dus la un reviriment al utilizării benzilor magnetice și mai mult la apariția unor echipamente specializate pentru această funcție. În acest sens menționăm ca exemple unitățile de bandă magnetică IBM-8809, Kennedy 6809 care, pe



lingă funcțiunile clasice a unei unități de bandă magnetică pot realiza și transferul de date lucrând în mod continuu („streaming“) fără a opri mișcarea benzii în spațiile interbloc. Acest mod de lucru a condus la simplificări importante în structura mecanismului unității de antrenare, care nu mai are camere de vacuum și cabestan.

Pentru sistemele mici de calcul lucrul în transfer continuu se aplică la unitățile de cartuş magnetic remarcându-se în special unitatea firmei 3M-HCD-75 cu o capacitate de 75 megaocteți.

În încheiere trebuie spus că obișnuita comparație disc-bandă și a diverselor tipuri de unități de bandă rămâne în general un exercițiu academic din cauza existenței unor biblioteci foarte mari de înregistrări pe bandă, ceea ce face necesară utilizarea în continuare a tipurilor corespunzătoare de unități, mai ales dacă ținem seama de costurile ridicate ale operației de conversie între suporturi.

## BIBLIOGRAFIE

1. AVRAMESCU, A., NISIPLEANU N., POPESCU GRIGORE, ș.a. *Echipamentele periferice ale calculatoarelor numerice*, Ed. Tehnică, Buc., 1971.
2. HOAGLAND, A., *Digital magnetic recording*, John Wiley and Sons, New York, 1964.
3. LOWMAN CH., *Magnetic recording*, Mc Graw Hill — New York, 1972.
4. PEAR CH., *Magnetic recording in science and industry*, Reinhold Publishing Corp., 1967.
5. SPĂTARU AL., *Teoria transmisiei informației*, vol. II, Ed. Tehnică, Buc., 1971.
6. \* \* \* *DC motors speed controls servo systems*, An engineering handbook, Electrocrafft Corp., Oct. 1973.
7. BATE G., A survey of recent advances in magnetic recording materials, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 14, nr. 4, 1978, pg. 136—142.
8. HOBBS L. C., Low cost tape devices, *Computer*, martie 1976, pg. 21—29.
9. JOHNSON C. E., Digital recording in low cost transport, *Digital Design*, iunie 1977.
10. NORTON J. J., Drop your costs, but not your bits with a Manchester date decoder, *Electronic Design*, vol. 27, nr. 15, 1979, pg. 110—116.
11. OLSON J., Need mass storage for your mini?, *Digital Design*, vol. 9, nr. 2 — 1979, pg. 56—59.
12. PATEL A. M., New method for magnetic encoding advantages of older techniques, *Computer Design*, vol. 15, nr. 8, 1976, pg. 85—90.
13. RASOK E., Are you getting enough on your tape, *System International*, Oct. 1977, pg. 37—39.
14. RINGKJOB E. T., Achieving a fast data transfer rate by optimizing existing technology, *Electronics*, vol. 48, nr. 9, Mai 1975, pg. 86—91.
15. FRASIER G., Magnetic tape velocity variation measurement using a read while write head, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 12, nr. 1, Ian. 1976, pg. 44—45.
16. DAVIS S., Uptade on magnetic tape memory, *Computer Design*, vol. 15, nr. 8/1974, pg. 127—140.
17. BARTON B., GRAY M., Reel to reel tape drives, *Digital Design*, vol. 8, nr. 12, Dec. 1978, pg. 34—38.
18. DUDSON M. F., DAVIES A., Magnetic recording for computer. *Proceeding of IEE Reviews*, vol. 19, nr. 8, Aug. 1972, pg. 956—984.
19. FRAUENFELDER L., VAN PELT D., Digital tape subsystems, *Digital Design*, vol. 8, nr. 12, Dec. 1978, pg. 48—50.
20. MANILDI A. B., Designer's guide for selecting magnetic-mini media, *Computer Design*, vol. 16, nr. 9, Sept. 1977, pg. 120 a-d.
21. MANILDI A. B., Digital mini-cassette, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 14, nr. 4, Jul. 1978, pg. 167—170.



22. PETERMEIER N. B., Cassette recorders for data acquisition applications, *Computer Design*, vol. 11, nr. 10, Oct. 1972, pg. 102—106.
23. FLOREA M., NISIPEANU N., Sisteme de reglare automată în echipamente periferice, *Automatică și Electronică*, vol. 16, nr. 1/1976, pg. 917.
24. NEWELL CH., An improved ANSI compatible magnetic tape cartridge IEEE, *Transactions on Magnetics*, vol. 4, nr. 4, Jul. 1978, pg. 171—175.
25. ESHEL A., Recent progress in the study, of behaviour on tape in vacuum columns, *6th International Gas Bearing Symp.*, Mar. 1974, Southsmtpon D4, pg. 51—58.
26. OHM W., Reel to reel drive design for a cassette recorder, *Computer Design*, vol. 12, nr. 8/1973.
27. OLTEAN I., CIUREANU P., Sisteme de detecție și reglare automată a poziției buclelor de bandă pentru un derulor de bandă magnetică, *Automatică și Electronică*, vol. 18, nr. 4—5/1974, pg. 176—184.
28. BINDER R. F., Designing a microprocessor driven multipurpose peripheral controller, *Computer Design*, vol. 18, nr. 4, 1979, pg. 83—91.
29. BEHR M., BLESSUM W., Technique for reducing effects of pulse crowding in magnetic recording, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 8, Sept. 1972, pg. 608—611.
30. ESHEL A., LOWE A. R., Experimental and theoretical investigation of head to tape separation in magnetic recording, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 9, nr. 4, Dec. 1973, pg. 683—688.
31. KIWIMAGI R., MC DOWELL J., OTTESEN H., Channel coding for digital recording, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 10, Sept. 1974, pg. 515—518.
32. MALLINSON J., A unified view of high density digital recording theory, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 11, nr. 5, Sept. 1975, pg. 1166—1169.
33. SPELIOTIS D., CHI C., Design of advanced digital magnetic recording systems, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 11, nr. 5, Sept. 1975, pg. 1234—1236.
34. WOOD R., DONALDSON R., Decision feedback equalisation of the dc. null in high density digital magnetic recording theory, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 14, nr. 4, Jul. 1978, pg. 218—222.
35. WILDMAN M., Mechanical limitations in magnetic recording, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 10, Sept. 1974, pg. 509—514.
36. TAMURA T. ș.a., A coding method in digital magnetic recording, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 8, Sept. 1972, pg. 612—614.
37. FORTUNE J., Two step procedure improves CRC mechanism, *Computer Design*, vol. 16, nr. 11/1977, pg. 116—129.
38. ENFINGER R. J., Integrating peripherals into processing system, *Computer Design*, vol. 17, nr. 12/1978, pg. 77—83.
39. IRWIN J., CASSIE J., OPPEBOEM H., The IBM 3803/3420 — magnetic tape subsystem, *IBM Journal of research and developpement*, vol. 15, nr. 5, Nov. 1971, pg. 391—400.
40. MC. PHILLIPS S., Magnetic tape formater design reduces hardware — software requirements, *Computer Design*, vol. 16, nr. 1977, pg. 99—104.
41. PUTHUFF S. H., Technical innovations in information storage and retrieval, *IEEE Transactions on Magnetics*, vol. 14, nr. 4, Jul. 1978, pg. 143—148.
42. GREENBERG H. J., Study of head tape interaction in high speed rotating head recording, *IBM Journal of research and developpement*, vol. 23, nr. 2, Martie 1979, pg. 197—205.
43. KLANG D. M., Proportional reel servo-system — Brevet S.U.A. — nr. 3 488 696
44. MAZURKIEWICZ J., Consider hollow motors, *Electronic Design*, 24 Mai 1976, pg. 76—79.
45. \* \* \* Streaming tape improves backup, *Electronic Design*, 22 Oct. 1979, pg. 48—54.
46. NISIPEANU N., LAMBRACHE V., Analiza conectării unităților de bandă magnetică la sistemele de calcul medii mari, A 4-a Conferință „Sisteme automate și informaționale în industrie, Buc., iunie 1981, vol. 4, pg. 172—177.
47. BRITTEN B., The futured tape, *System International*, Mar. 1980, pg. 23—27.







Evoluția tehnicii de calcul a condus la dezvoltarea și diversificarea întregii game de echipamente periferice.

● Echipamentele periferice clasice au cunoscut o serie de perfecționări importante, realizate, în principal, prin implementarea unor soluții tehnice și tehnologice noi și prin miniaturizarea și integrarea circuitelor electronice. Au apărut de asemenea echipamente noi care îmbunătățesc performanțele și asigură o flexibilitate mai mare a dialogului om mașină.

● Lucrarea își propune să prezinte cât mai complet toate echipamentele periferice cu funcții tradiționale precum și o serie de echipamente recent apărute, insistind asupra principiilor de realizare și a soluțiilor adoptate.

Abordarea multidisciplinară reflectă specificul echipamentelor periferice a căror proiectare, fabricație și exploatare reclamă concursul unor specialiști din domenii atât de diverse: electronică, automată, calculatoare, mecanică fină, electrotehnică, tehnologia construcțiilor de mașini, etc.



**Editura**

**tehnică**

DIN CUPRINSUL VOLUMULUI 1: ● Sisteme de intrare/ieșire  
● Caracteristici generale ale E.P. ● Fiabilitate, mentenabilitate  
● Criterii de alegere a E.P. ● Discuri magnetice ● Benzi magnetice.

● În elaborarea lucrării s-au avut în vedere 3 categorii de cititori care abordează echipamentele periferice din unghiuri diferite: utilizatorii echipamentelor periferice și ai sistemelor de calcul; personalul de operare, întreținere, depanare și proiectanții de echipamente periferice.

Corespunzător, problemele specifice fiecărui echipament sunt tratate în trei secțiuni: prezentare generală, definirea performanțelor, clasificare și prezentarea tipurilor existente (secțiunea A), soluții constructive specifice subansamblelor principale ale echipamentului (secțiunea B), și considerente de exploatare, de alegere și tendințe (secțiunea C). Se realizează astfel o prezentare completă atât de suprafață cât și în profunzime a fiecărui echipament, facilitându-se totodată accesul diferiților cititori la informațiile dorite.

● Lucrarea se adresează proiectanților de echipamente periferice, inginerilor de sistem din centrele de calcul, cadrelor de specialitate cu pregătire superioară sau medie din domeniul prelucrării datelor, studenților din învățământul superior cu profilele electronică, calculatoare, mecanică fină, T.C.M., electrotehnică etc.